N-acyl taurate의 샴푸의 응용 연구

박지나, 김한성[1], 차안정, 배재흠*, 임호[2]
수원대학교 화학공학과, [1]태평양[2], [2]일심정밀화학(주)
(jhbae@suwon.ac.kr*)

Shampoo application of N-acyl taurate

Ji Na Park, Han Sung Kim[1], An Jung Cha, Jae Heum Bae*, Ho Lim[2]
Department of Chemical Engineering, The University of Suwon,
[1]Amore Pacific, [2]ILSHIM Fine Chemical Co., Ltd.
(jhbae@suwon.ac.kr*)

서론

계면활성제는 일반적으로 친수성부분(Hydrophilic)과 소수성부분(Hydrophobic)을 공유한 이중친매성 구조(Amphipathic Structure)로 이루어져있어 용액 속에서 계면에 흡착하여 표면장력을 감소시키는 특징을 가지고 있다. 계면활성제는 수용액내에서 계면활성을 나타내는 부분의 구조적 성질에 따라 양이온, 음이온, 비이온 및 양쪽성 계면활성제로 분류되며 각기 그 특성에 따라 오늘날에는 세제, 유화제, 분산제, 화장품, 의약품, 대전방지제, 염료분산제, 섬유용 조제, 식품용 유화제 등 가정으로부터 산업 각 분야에 이르기까지 폭 넓게 이용되고 있다.[1]

현재 가정용 세제(household cleaner & personal care cleaner)에는 뛰어난 세정능력 때문에 음이온 계면활성제가 주로 쓰이며 음이온 계면활성제는 가정용 세제 이외의 많은 분야에서 사용되어 전체 계면활성제 사용량의 약 60%를 차지하고 있다. 그러나 기존의 음이온 계면활성제(carboxylate, sulfate, sulfonate, phospate)는 피부에 자극성이 있고 생분해성이 떨어져 수질 환경오염 발생 등의 단점이 있으며, 넓은 pH 범위에서의 응용성이 떨어지고 유화안정성, 기포성, 세정성 등의 특성 저하로 실제 응용에 한계가 있다.

모발의 세정을 목적으로 사용하는 personal care cleaner의 한 종류인 샴푸 또한 세정을 위하여 전형적으로 15~20%의 계면활성제를 포함하고 있고 높은 거품성과 용해력, 세정성 등의 이유로 sulfate type의 음이온 계면활성제가 주 계면활성제로 사용되고 있으나 이는 피부자극성을 유발하고 생분해성이 떨어지는 단점을 가지고 있다.[2]

이에 본 연구에서는 환경친화적이며 피부자극성이 없는 amide형 이온 계면활성제인 N-acyl taurate를 이용하여 샴푸를 제조하고 기초물성을 측정하여 기존 샴푸에의 amide형 이온 계면활성제의 적용 가능성을 연구하였으며, 더 나아가 rheometer를 이용하여 제형의 안정성을 평가하였다.

실험

본 연구에서는 현재 샴푸와 바디 세정제의 주 계면활성제로 쓰이는 음이온 계면활성제 4종과 amide형 이온 계면활성제 N-acyl taurate series 3종의 기초 물성을 측정하여 비교 평가하고 amide형 이온 계면활성제의 personal care cleaner로의 적용성을 평가하였다. 비교 시험 계면활성제로 선정한 4종은 personal care cleaner에 많이 쓰이지만 생

분해성이 떨어지고 자극성이 있는 sulfate형 음이온 계면활성제 SLS(sodium lauryl sulfate, 미원상사.), SLES(sodium lauryl ether sulfate, 미원상사), ALS(ammonium lauryl sulfate, 미원상사), ALES(ammonium lauryl ether sulfate, 미원상사)이며 N-acyl taurate (일심정밀화학(주))로는 CTS(N-methyl coconut taurate), OTS(N-methyl oleyl taurate), STS(N-methyl stearyl taurate) 3종이다. 여기서, N-acyl taurate는 주원료 taurate(Leuna-Tenside社, Germany)와 Palm Oil에서 추출한 Natural Oleic acid를 지방산으로 반응몰비 1:1로 고정하고 축합반응하여 얻은 물질이다.

이와 같은 음이온 계면활성제 7종의 기초물성을 평가하기 위한 평가항목 및 방법은 다음과 같다. 시료에 포함되어 있는 유리산 및 아민의 balance를 나타내는 pH는 pH/ISE/DO meter(Istek, 125PD, Korea)를 이용하여 측정하였고 점도와 밀도는 각각 Viscosity meter(Brookfield, LVDVⅡ+CP, USA)와 Density/specific gravity meter(DA-110M, Japan)를 이용하여 25±1℃에서 측정하였다.[3]

표면장력은 Surface tensiometer(SITA, SITA science line t60, Germany)를 이용하여 측정하였다. 이 방법은 Maximum Bubble Pressure method로 용액 내에 capillary를 담그고 펌프로 공기를 주입시켜 발생되는 기포가 최대 압력이 되는 지점을 정밀 압력 센서로 감지하여 수식에 의해 표면장력값으로 환산하는 방법이다.

Kraft point는 1wt% 수용액을 냉각기를 이용하여 냉각시켜 급격히 백탁하게 변하는 온도를 측정하였으며 STS의 경우는 상온에서 백탁하기 때문에 가열하여 투명하게 변하는 온도를 측정하였다.

기포력 및 기포의 안정성은 ASTM D 1173-63으로 규정된 장치를 사용하여 Ross-Mile 법[4]으로 0.1wt% 수용액에 대하여 40℃에서 측정하였고, 측정방법은 기포력 측정장치(foam receiver)를 수직으로 세우고 40℃의 물을 외관에 순환시켜 온도를 일정하게 유지시킨 다음 시험액 50mℓ를 측정장치의 내관 벽을 따라 조심스럽게 흘러내려 채우고 같은 시험액 200mℓ를 foam pipet에 채워 액면의 90cm 위에서 액면의 중심위치에 낙하시켜 발생한 거품의 높이(cm)를 초기 높이와 나중 높이(5분 후 높이)로 측정하였다.

유화력은 Kimura의 방법을 이용하여 천연 식물성 오일과 탄화수소계 오일에 대하여 평가하였다. 평가방법은 유리덮개로 밀봉할 수 있는 눈금이 새겨진 30cm 길이의 메스실린더에 1wt% 농도의 수용액 25mℓ를 취하고 여기에 각 오일을 25mℓ 가하여 30분간 교반하여 유화시키고 항온수조 내에서 25±0.2℃를 유지시켜 일정기간마다 유화상의 부피가 전체부피에 대한 비율을 측정하여 유화력으로 나타내었다.

본 연구에서는 이러한 물성을 바탕으로 OTS(N-methyl oleyl taurate)를 이용하여 샴푸를 제조하고 rheometer(MCR300, Paar Physica, Germany)를 이용하여 안정성을 측정하였다. 분석은 샴푸가 용기에 담겨 저장상태에 있을 때 중력에 의해 받게 되는 shear rate 조건하에서 점도변화를 시간에 따라 측정하여 저장 안정성을 측정하였고, yield point (항복점)를 측정하여 구조 안정성을 평가하였다. 샴푸의 pH와 점도 측정은 위의 기초물성 측정방법과 같고 거품성 측정은 1wt% 수용액으로 희석하여 측정하였다.

결과 및 토론

Table 1에 음이온 계면활성제 7종의 기초물성 측정결과를 나타내었다. pH는 7종 모두 7~8 사이의 중성 값을 보여 personal care cleaner에 적합함을 보였고 점도는 carbon chain의 길이가 조금 긴 OTS와 STS가 약간 높은 값을 보였다. 표면장력은 N-acyl taurate series가 sulfate type 계면활성제보다 낮은 값을 보여 좋은 물성을 나타내었으나 STS는 상온이상의 높은 Kraft point를 나타내었다. 기포력은 사용자가 느끼는 사용감과 관계있는 물성으로 초기 기포의 높이를 보면 ALS와 ALES를 제외한 5종은 18~19cm로 유사한 기포성을 보였으나 기포안정성(초기 높이 - 나중 높이)에서는 N-acyl taurate series가 뛰

어남을 보였다.

Fig. 1 ~ 2에 음이온 계면활성제 7종의 천연 식물성 오일과 탄화수소계 오일에 대한 유화력 평가결과를 나타내었다. ALES와 CTS가 두 종류의 오일에 대하여 유화력이 뛰어난 것으로 나타났고 다른 계면활성제들은 오일의 종류에 따라 유화력의 차이를 보였다.

Fig. 3 ~ 4에 sulfate type 음이온계면활성제 ALS와 ALES를 이용하여 제조한 샴푸와 OTS로 ALES를 대체하여 제조한 샴푸의 time curve와 yield point를 나타내었다. 샴푸는 용기에 담겨 저장상태에 있을 때 중력에 의해 0.01 s^{-1}의 속력을 받게 되는데 rheometer를 이용하여 이러한 조건에서 시간에 따른 안정성을 평가한 결과 ALS와 ALES를 이용하여 제조한 샴푸는 시간이 흐름에 따라 상이 불안정하여 성분의 집합에 의해 점도가 상승하는 curve를 나타내었고 ALES를 OTS로 대체하여 제조한 샴푸는 시간의 흘러도 일정한 점도 curve를 보여 제형이 안정함을 알 수 있었다. yield point를 측정한 결과에서도 ALS와 ALES를 이용하여 제조한 샴푸는 71.97 Pa에서 내부구조의 변화가 나타났고 OTS를 이용하여 제조한 샴푸는 126.49 Pa에서 나타나 OTS를 이용하여 제조한 샴푸가 더 안정적인 내부 구조를 형성하고 있음을 알 수 있었다. 또한 OTS의 함량을 줄여서 제조한 샴푸에 있어서도 높은 yield point를 나타내 OTS가 제형의 안정성에 좋은 효과를 미치고 있는 것을 알 수 있었다.

Table 2에는 제조한 샴푸들의 기초물성 측정결과를 나타내었다. 5종류의 샴푸 모두 6~7 사이의 중성 pH를 나타내었고 샴푸로서 적당한 200~500 Poise 사이의 점도를 나타내었다. 거품성에서도 ALS, ALES를 이용하여 제조한 샴푸와 ALES를 OTS로 대체한 경우 0.3cm 차이의 유사한 기포력을 보였다.

따라서, 상기 물성 측정결과로 판단할 때 N-acyl taurate는 기존 샴푸의 대체 계면활성제로 가능성이 있음을 보여주었다.

참고문헌

1. Holmberg, K. et al., : "Surfactants and Polymers in Aqueous Solution", John Wiley & Sons, pp.1-20(2003)
2. Martin M. Rieger et al., : "Surfactants in cosmetics", MARCEL DEKKER, INC., pp. 358-360(1997)
3. 배재흠 외 : “W/O Microemulsion 세정제의 물성 및 세정성 평가”, 화학공학, 제40권, 제6호, pp.771(2002)
4. Rosen, M. J. : "Surfactants and Interfacial Phenomena" 2nd edn., John Wiley & Sons, pp.286(1998)

Table 1. Physical properties of anionic surfactants (10wt% diluted solution)

Test items / Anionic surfactants	pH	Viscosity (cP)	Density (g/㎤)	Surface tension (dyne/cm)	Kraft point (℃)	Foaming ability and stability	
						Initial height (cm)	Final height (cm)
SLS	7.81	1.84	1.0119	26.4	8.4	19.0	16.8
SLES	7.69	1.88	1.0140	33.8	< 0	18.0	15.2
ALS	7.04	2.04	1.0031	26.2	9.8	21.6	18.6
ALES	7.26	2.24	1.0088	31.6	< 0	17.3	15.3
CTS	7.80	1.81	1.0167	27.6	19.3	18.8	16.2
OTS	7.32	3.64	1.0102	24.5	< 0	18.0	16.3
STS	7.32	3.11	1.0081	24.1	41.3	18.7	16.8

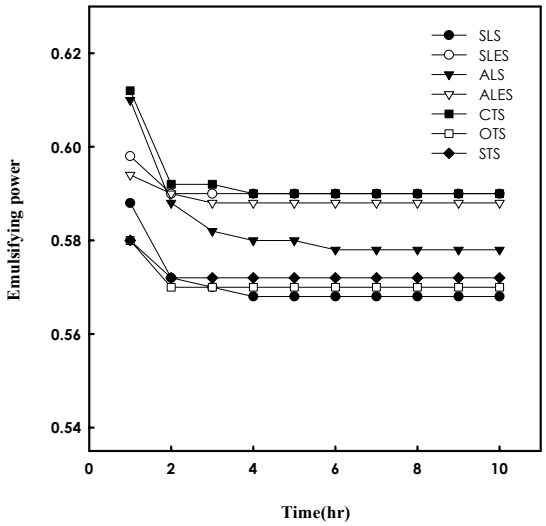

Fig 1. Emulsifying power of different surfactants for medowfoam seed oil

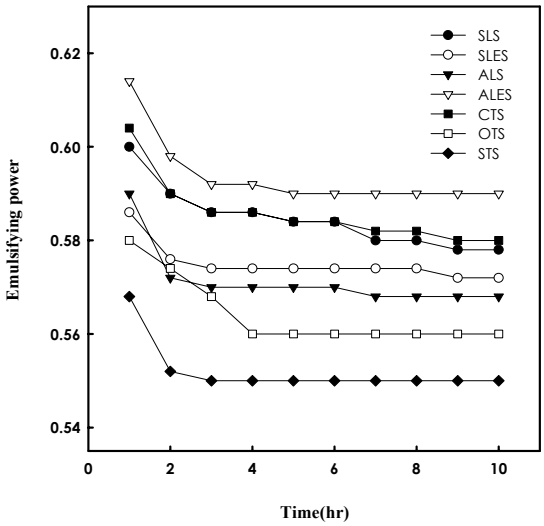

Fig 2. Emulsifying power of different surfactants for liquid paraffin

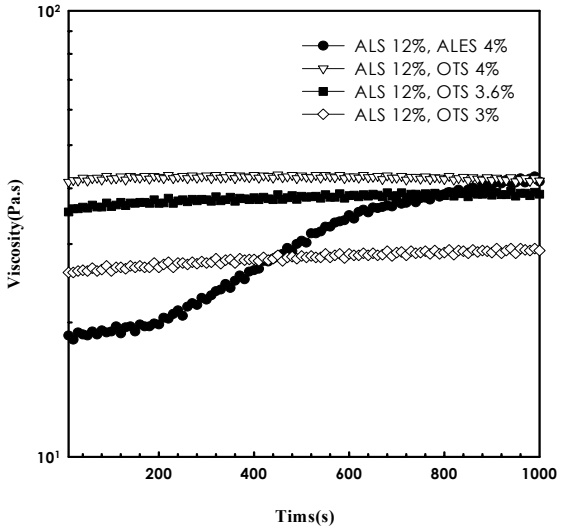

Fig 3. Time curve of shampoos manufactured by different formulation

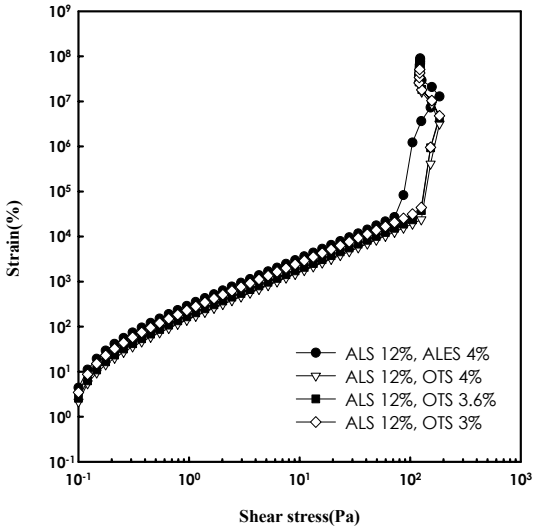

Fig 4. Yield point of Shampoos manufactured by different formulation

Table 2. Physical properties of shampoos

Test items / Shampoo formulation	pH	Viscosity (Poise)	Foaming ability and stability	
			Initial height (cm)	Final height (cm)
ALS 12%, ALES 4%	6.37	202.96	19.2	16.9
ALS 12%, OTS 4%	6.90	417.34	18.9	16.5
ALS 12%, OTS 3.6%	6.70	289.27	18.7	16.5
ALS 12%, OTS 3%	6.62	259.04	18.5	16.4