

자외선차단 기능을 갖는 폴리실세스퀴옥산 구형 입자의 개발

임 미 선* · 김 영 백* · 정 택 규 · 윤 경 섭†

(주)사임당화장품 기술연구소, *배재대학교 나노고분자재료공학과
(2005년 2월 21일 접수, 2005년 3월 3일 채택)

Development of UV-screening Polysilsesquioxane Spheres

Mi Sun Lim*, Young Baek Kim*, Teak Kyu Jung, and Kyung-Sup Yoon†

R&D Center, Saimdang Cosmetics Co., Ltd., 805-5, Gyesan-ri, Yeongdong-eup, Yeongdong-gun,
Chungcheongbuk-do 370-802, Korea

*Department of Nano-Polymer Materials, Paichai University

(Received February 21, 2005; Accepted March 3, 2005)

요약 자외선차단제로 널리 사용되는 *p*-methoxycinnamoyl기를 함유하는 폴리실세스퀴옥산 전구체를 합성하고 그로부터 자외선을 흡수 차단하는 구 형태의 입자를 제조하였다. 여러 가지 제조 조건을 조절하여 100 nm에서 수 μm 사이의 직경을 가진 구를 제조하였으며, 얻어진 구의 피부 도포와 자외선차단 실험을 수행하였다. 직경이 대략 0.6 μm 인 구를 10%의 농도로 바셀린에 분산시킨 제제를 손등에 도포하였을 때 백화현상이 나타나지 않았고, 10% 농도 바셀린 제제의 자외선차단지수, SPF는 5.7로 양호한 편이었다. 또한 자외선을 흡수 차단하는 폴리실세스퀴옥산 구는 옥틸메톡시신나메이트 자외선차단제에 비하여 농도 증가시 SPF의 상승효과가 커, 자외선차단용 기능성화장품 신소재로의 사용이 기대된다.

Abstract: A silsesquioxane precursor that contains *p*-methoxycinnamoyl group was synthesized to produce UV absorbing spherical polysilsesquioxane (PSQ) spheres with diameters of 100 nm to a few μm under different conditions. A dispersion of 10 wt% in Vaseline of these PSQ spheres with diameters of approximately 0.6 μm showed SPF values of 5.7 and the identical dispersion did not turn white when applied to human hands. These UV absorbing PSQ spheres showed higher boosting effect of sun protection factor (SPF) than the well known UV blocking octyl methoxycinnamate (OMC). The results indicated that the PSQ spheres with *p*-methoxycinnamoyl group should be useful as the ingredients in UV screening functional cosmetics without causing allergies and whitening.

Keywords: UV absorbing, sphere, SPF, polysilsesquioxane, functional cosmetics

1. 서 론

자외선차단제는 크게 무기물 자외선차단제와 유기물 자외선차단제의 두 가지 종류로 분류할 수 있다. 무기물 자외선차단제의 대표격인 이산화티탄(TiO_2)은 고온 입자의 형태를 가지고 있으며, 유기물 자외선차단제는 용매에 녹을 수 있는 오일, 파우더 형태의 분자들이다. TiO_2 는 화장품에 혼합할 경우 백화현상을 일으키는 문제점을 가지고 있는 반면, 유기물 자외선차단제는 분자 수준의 물질들이므로 피부와 밀접하게 접촉하여 여러 가지 부작용

을 가져오는 화학 반응을 일으키거나 피부를 통하여 체내로 흡수될 수 있다. 이러한 문제를 동시에 해결할 수 있는 방법 중 하나로 자외선차단 기능을 가지는 유기물과 무기물이 혼성된 입자를 개발하는 것을 들 수 있다.

유기물과 무기물이 혼성된 대표적인 물질로 알킬실란 계열의 물질을 들 수 있다. 이 중에서 실세스퀴옥산은 ($\text{SiO}_{1.5}\text{R}$)_n의 실험식을 가진 물질로 1950년대에 처음 알려졌다[1] 반응의 제어, 원하는 형태로의 제조 등이 어려운 편이어서 오랜 시간 동안 다른 소재에 비하여 큰 관심을 끌지 못하였다. 그러나 실세스퀴옥산의 전구체 제조 시 R기로 여러 가지 흥미로운 분자를 결합시킬 수 있다는 점과 이들을 가교된 구조의 물질로 변환시킬 수 있다

† 주 저자 (e-mail: ksyoonjh@hanmail.net)

는 점을 고려하면 여러 가지 원하는 특성을 가진 가교된 물질을 제조하는데 실세스퀴옥산이 매우 유용할 것임을 간과할 수 없다. 한 가지 예로, 실세스퀴옥산의 R기에 자외선흡수 분자가 결합되어 있도록 하여 이들을 구로 제조한다면 위에서 언급한 유기물과 무기물 자외선차단제가 가지고 있는 단점을 가지고 있지 않은 자외선차단제가 얻어질 가능성이 높다.

실세스퀴옥산을 제조하는 방법은 여러 가지가 있는데, 그중 가장 널리 사용되는 방법은 트리알콕시알킬실란을 시작물질로 하여 소위 sol-gel 반응을 일으키는 것이다. 이 방법에 따라 제조되는 실세스퀴옥산으로 구성된 물질은 화학적인 결합 형태에 따라 세 가지 정도로 구분할 수 있다. 첫 번째는 소위 POSS (polyoctahedral oligomeric silsesquioxane)라고 불리는 입방체 형태의 올리고머이며[2], 두 번째는 일정한 구조를 가지지 않으면서 용매에 녹는 정도의 분자량을 가진 올리고머인 비정형 올리고머, 세 번째는 그물망 구조로 형성된(가교된) 고분자 형태이다.

POSS와 올리고머들은 여러 가지 나노 구조 물질의 제조에 사용될 수 있을 것으로 기대되어 관심을 끌었으나, 실제 이들은 형성된 후 반응성이 없어지거나 다시 반응성을 부여하기 위하여 부가적인 반응을 진행시켜야 하는 경우가 많아 괄목할 만한 성과가 없는 편이다. 특히 화장품 제조와 관련하여 알코올을 비롯한 여러 가지 일반적인 용매에 용해되는 POSS와 올리고머들의 경우에는 인체에 어떠한 영향을 미칠지 알려진 바가 없으므로 제품화되거나 화장품에 적용되었다는 보고가 없다. 한편, 가교된 실세스퀴옥산의 대표적인 예인 메틸실세스퀴옥산은 구의 형태로 제조되었으며[3-5], 상업화되었다. 메틸실세스퀴옥산 구는 서로 엉기지 않아 분산성이 좋고, 유기-무기 혼성 화합물로서 일반적으로 화장품 제조에 사용되는 물질들과 상용성이 우수할 뿐만 아니라 어느 정도 강도를 가지고 있어 많은 제품에 충전제로 사용되고 있다. 또한 메틸실세스퀴옥산 구의 표면에 자외선흡수 분자를 결합시키는 특화가 출원된 바 있으나[6], 이 방법은 일반적으로 매우 효율이 낮아 성공적이지 못한 편이며 실제 출원된 특허에 따라 제조된 구가 시장에 나와 있지 않다.

본 연구진은 여러 가지 활성기가 결합되어 있는 트리알콕시알킬실란을 구로 제조하는 연구를 수행해 왔으며, 최근 들어 화학적 반응뿐만 아니라 특정한 기능을 가진 활성기를 함유한 트리알콕시실란 구 제조에 대한 연구를 개시하였다. 본 연구는 그로부터 제조된 자외선차단 기능을 가진 구의 몇 가지 성능에 관한 것이다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료 및 기기

본 연구에서 사용된 trimethoxysilylpropyl-*p*-methoxycinnamide (TMSPMCA) 전구체로부터 제조된 자외선차단 PSQ 구는 본 연구진의 다른 보고에서 기술된 바에 따라 제조된 구를 사용하였다[8]. 자외선차단 PSQ 구의 비교성분은 무기 자외선차단제로 널리 사용되는 TiO₂ (TiO₂ 3328, Whittaker, Clark & Daniels, Inc.)와 대표적인 유기 자외선차단제인 octyl methoxycinnamate, OMC (Uvinul MC-80, BASF)을 사용하였다.

자외선차단 PSQ 구를 포함한 자외선차단 성분을 포함하는 제제는 바셀린(petrolatum super white protopet, Crompton)을 베이스로 사용하였다. 자외선차단 PSQ 구 제조에 사용된 알코올 및 톨루엔 등의 유기용매는 일반적인 시약 등급을 구입하여 그대로 사용하였다.

2.2. 자외선차단 PSQ 구 제조

본 연구에서 사용한 구는 본 연구진의 다른 보고에서 기술된 바에 따라 제조하였다[8]. 다만 구의 크기를 조절하기 위하여 사용한 TMSPMCA 전구체의 양과 사용용매의 양은 무게:부피 비율로 1:6이었으며, 대개의 경우 TMSPMCA를 비율 5의 규모로 교반 장치없이 손으로 반응 초기에 수 회 흔드는 방법으로 구를 제조하였다. 형성된 구는 24 h 상온에서 방치하여 숙성하였으며 원심분리를 통하여 구를 회수하고 매회 20 mL의 메탄올로 3회 세척한 후 상온에서 일정한 무게에 도달할 때까지 건조시키고 섭씨 60°C의 진공에서 하룻밤 건조시켰다.

2.3. PSQ 구의 물성 측정

제조된 자외선차단 PSQ 구의 크기와 분포도는 입도분석기(Microtrac S3000, Microtrac Inc., USA)를 이용하여 측정하였다. 자외선차단 PSQ 구의 형태는 scanning electronic microphotometer, SEM (6700F Cold/Fe-SEM, JEOL Co., Japan)을 이용하였고, 열안정성은 thermogravimetric analyzer, TGA (SDT 2960, TA Instruments, USA)를 이용하여 측정하였다. 자외선차단 PSQ 구가 포함된 제제의 백탁정도는 바셀린 베이스에 10 wt%로 혼합하여 제조한 제제를 2 × 5 cm 크기의 OHP 필름 표면에 고르게 도포한 후 TiO₂ 3328을 동일한 농도로 혼합한 제제와 비교하였다. 또한, 피부에 직접 도포하여 백탁정도를 상대적으로 비교하였다.

2.4. SPF 측정

자외선차단 PSQ 구를 포함한 자외선차단제가 함유된 제제는 제조된 자외선차단 PSQ 구를 자외선차단지수,

Table 1. Experimental Formula for SPF Boosting Effect

	Content of ingredient (wt%)								
	#1C ^{a)}	#2R ^{b)}	#2S ^{c)}	#3R ^{b)}	#3S ^{c)}	#4R ^{b)}	#4S ^{c)}	#5R ^{b)}	#5S ^{c)}
UV filter ^{d)}	-	2.5	2.5	5.0	5.0	7.5	7.5	10.0	10.0
Uvinul MC-80	2.5	-	2.5	-	2.5	-	2.5	-	2.5
Parsol 1789	0.3	-	0.3	-	0.3	-	0.3	-	0.3
Petrolatum	97.2	97.5	94.7	95.0	92.2	92.5	89.7	90.0	87.2

^{a)}Control, ^{b)}Reference, ^{c)}Sample

^{d)}UV Filter : UV screening PSQ sphere, Uvinul MC-80

Table 2. Physical Properties of UV Screening PSQ Sphere and Tospearl 145A

Physical properties	UV screening PSQ sphere	Tospearl 145A
Moisture content ^{a)} (%)	0.8	max. 1.0
Mean diameter (μm)	0.1 ~ 2.0	4.5
pH ^{b)}	7.5	7.5
Thermal stability ^{c)}		
Weight loss (%)	12.45	11.16

^{a)}105°C, 60 min

^{b)}2 wt% dispersed in 50% ethanol solution

^{c)}TGA, 20 ~ 800°C in air, 10°C/min

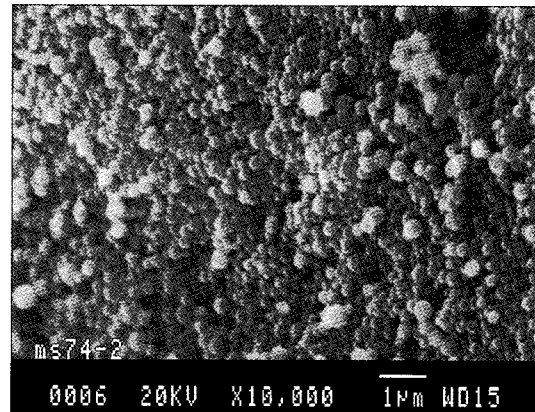
SPF에 영향을 미치지 않는 바셀린에 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 wt%의 비율로 혼합한 후 밀링과정을 통하여 제조하였다. 얻어진 바셀린 베이스 제제의 SPF는 국, 내외에서 제조되어 유통되고 있는 자외선차단 화장품의 품질관리를 위한 *in vitro* 시험법(식품의약품안전청고시 제2001-44호)에 준하여 측정하였다.

바셀린 베이스 제제를 2 mg/cm²의 양으로 측정용 테이프(TransporeTM, 3M) 표면에 고르게 도포하고 손가락에 고무재질의 글무를 끼고 골고루 도포하여 15 min간 건조한 후 SPF Analyzer (SPF 290S analyzer, The Optometric Group, USA)를 이용하여 측정하였다. SPF 값은 3회 실험치의 평균값으로 선정하였다.

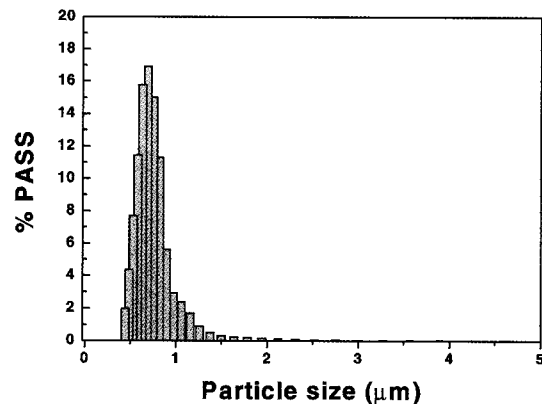
SPF boosting 효과는 OMC와 butylmethoxydibenzoylmethane, BMDM (Parsol 1789, Roche)이 각각 2.5 wt%와 0.3 wt% 포함된 바셀린 제제에 자외선차단 PSQ 구를 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 wt%로 혼합하여(Table 1) SPF 값의 변화를 측정하였다. SPF boosting 효과(%)는 다음 식에 의해 계산하였다.

SPF boosting effect (%) =

$$\frac{\text{SPF value of sample} - \text{SPF value of (control + reference)}}{\text{SPF value of sample}} \times 100$$



(a)



(b)

Figure 1. (a) A SEM image and (b) particle size distribution of UV screening PSQ spheres used in this study.

3. 결과 및 고찰

3.1. PSQ 구의 물성

제조된 자외선차단 PSQ 구의 물리적 성질은 입자의 크기 및 분포, 휘발분, pH, 열안정성 등을 측정하였으며 그 결과를 Table 2에 나타내었다. 비교 시료로서 적용된 폴리메틸실세스퀴옥산(Tospearl 145A, GE Toshiba)은 메

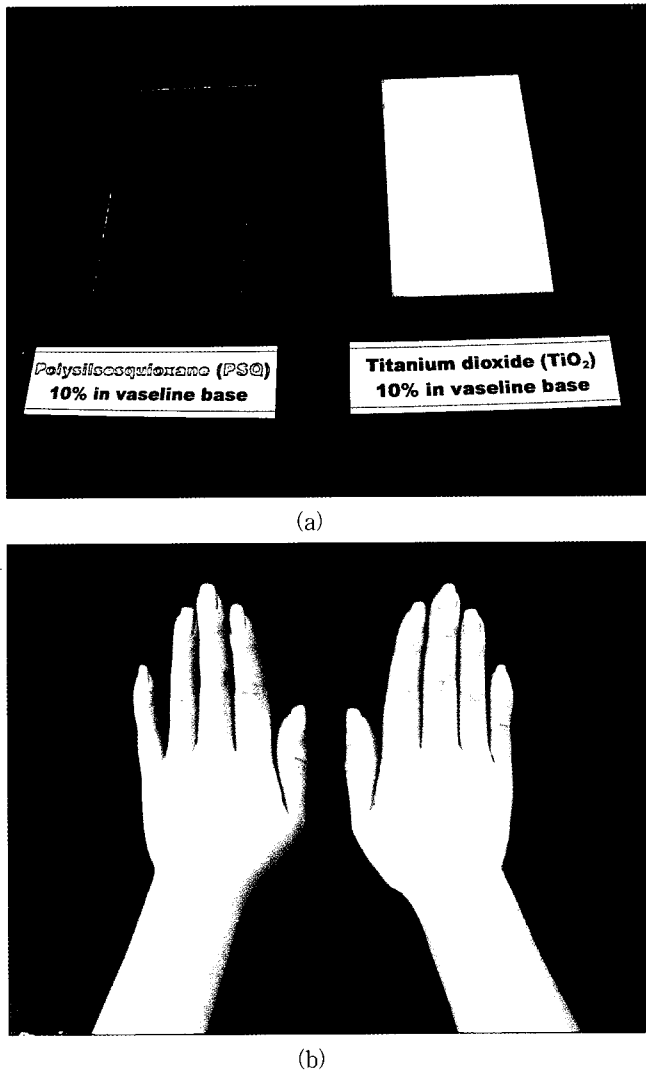


Figure 2. The appearance of UV screening PSQ spheres and TiO₂ 3328 dispersed as 10 wt% in Vaseline when applied on (a) slide glasses and (b) the back of the hands.

틸트리메톡시실란을 이용하여 합성된 PSQ로 (SiO_{1.5}CH₃)_n의 구조로 이미 화장품 원료로 사용되고 있다. Tospearl 145A와 같은 PSQ는 자외선차단 능력은 없으나 분산성이 좋고, 유기-무기 혼성 화합물로서 일반적으로 화장품 제조에 사용되는 물질들과 상용성이 우수할 뿐만 아니라 어느 정도 강도를 가지고 있어 많은 제품에 충전제로 사용되고 있다. 자외선차단 PSQ 구의 물리적 특성 측정 결과, Tospearl 145A와 같이 우수한 분산성과 상용성을 갖는 것으로 나타났다. 자외선차단 PSQ 구의 입자의 크기는 보통 0.1 ~ 3.0 μm 크기를 보이며, 입자의 분포는 단분산의 형태를 보였다. 입자의 크기는 구 제조 시, 반응물의 조성비, 교반방법 및 속도, 계면활성제, 안정화제의 첨

가에 따라 조절할 수 있는 것으로 사료된다.

Figure 1은 본 연구에서 제조된 약 90 mole%의 비율로 *p*-methoxycinnamic acid (MCA)를 함유하고 있는 자외선차단 PSQ 구의 전자현미경 사진이다. 자외선차단 PSQ 구는 Figure 1(a)에서 알 수 있는 바와 같이 거의 완전한 구의 형태를 가지며, 분리된 입자로 존재하고 매끄러운 표면을 하고 있음을 알 수 있다. 또한, 구의 지름은 0.1 ~ 2.0 μm 정도를 갖고 있었으며 0.6 μm 정도의 평균 크기를 보였다(Figure 1(b)).

Figure 1(a)에 보이는 구는 아세톤, 메틸아세테이트, 테트라하이드로퓨란, 메탄올, 에탄올, 클로로포름 등에 용해되지 않으나, 이들 용매에서 약간 팽윤되는 것으로 관찰되었다. 또한 이들 대부분의 용매에서 매우 잘 분산되는데, 특히 알코올 류에 잘 분산된다. 이들의 분산 거동을 수치로 표현할 수는 없으나, 건조되어 단단하게 굳은 입자의 덩어리를 에탄올 등에 넣고 흔들면 수 분 이내에 용매에 널리 퍼지는 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 사실은 TMSPMCA로부터 제조된 구가 가교된 구조를 가졌으며 유기 용매와 친화성이 우수함을 잘 보여 주는 결과이다.

자외선차단 PSQ 구가 TiO₂와 같이 백화현상을 일으키는지의 여부를 판단하기 위하여 이들을 바셀린에 10 wt% 무게비로 혼합하여 OHP 필름 표면에 도포한 사진을 Figure 2(a)에 나타내었다. 또한, 동일한 시료를 손등 피부에 도포한 사진을 Figure 2(b)에 나타내었다. Figure 2를 보면 자외선차단 PSQ 구 혼합물에서는 TiO₂와 달리 백화현상이 나타나지 않음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 실리카 입자가 갖는 투명도에 의한 결과로 보이며, 제재의 사용성 역시 우수하였다.

3.2. SPF 측정

Figure 3(a)는 자외선차단 PSQ 구를 10 wt%의 무게비로 바셀린 베이스에 혼합한 제재의 SPF 측정 결과이다. Figure 3(b)와 3(c)는 각각 비교 물질로 사용한 TiO₂ 3328과 Uvinul MC-80이 동일한 농도로 함유되어 있는 제재의 SPF 측정 결과이다. Figure 3(b)에 나타난 Uvinul MC-80의 SPF 측정 결과를 보면 300 ~ 320 nm의 UV-B 파장영역에서는 매우 큰 차단효과를 보이지만 340 nm 이상의 UV-A 파장영역에서는 차단효과가 전혀 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 일반적인 UV-B 차단제의 효과와 일치하는 결과이다. 또한, Figure 3(c)에 나타난 TiO₂ 3328의 SPF 측정 결과를 보면 320 nm 이상의 UV-A 파장영역에서 자외선차단 효과를 보였으며, 이러한 결과는 무기 자외선차단제의 자외선차단 경향과 일치하는 결과이다. 반면에, Figure 3(a)에 나타난 자외선차단 PSQ 구의 경우는 Uvinul MC-80보다 UV-B 파장영역에서의 차단효과는 떨어졌으나 비교적 우수한 차단효과를

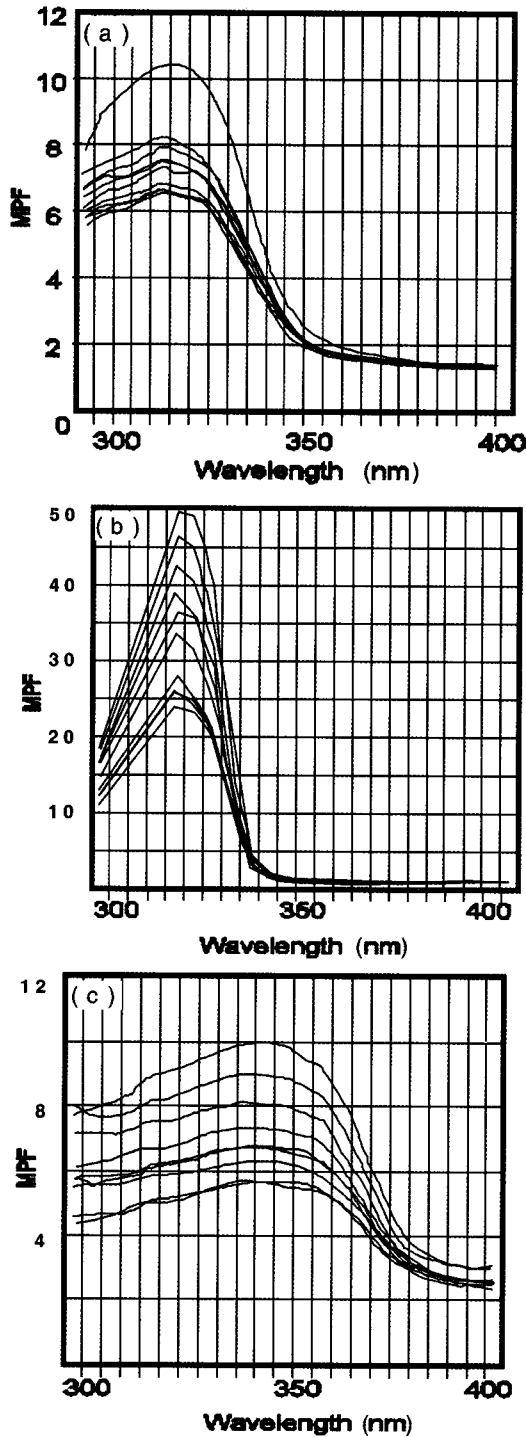


Figure 3. SPF charts measured from dispersions of 10 wt% in Vaseline of (a) UV screening PSQ spheres, (b) Uvinul MC-80, and (c) TiO₂ 3328.

보였으며, 320 nm 이상의 UV-A 파장영역에서의 차단효과 또한 갖는 것을 알 수 있었다.

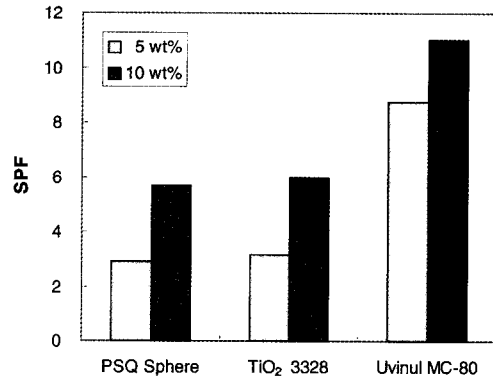


Figure 4(a). SPF values measured from dispersions of 5 and 10 wt% in Vaseline of UV screening PSQ spheres, TiO₂ 3328, and Uvinul MC-80.

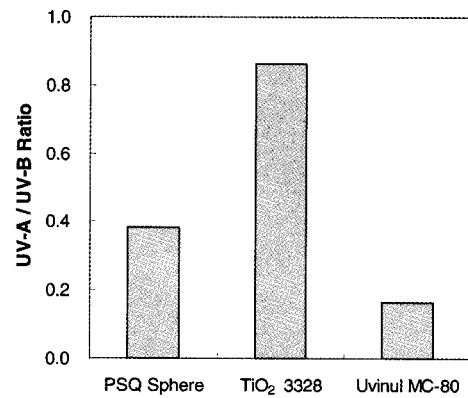


Figure 4(b). The ratios of SPF values for UV-A of UV-B measured from dispersions of 10 wt% in Vaseline of UV screening PSQ spheres, TiO₂ 3328, and Uvinul MC-80.

UV-B 영역에서 자외선차단 PSQ 구의 자외선차단 효과는 구에 화학적으로 결합되어 있는 *p*-methoxycinnamoyl기에 의한 자외선 흡수의 영향으로 볼 수 있으며, 이러한 UV-B 자외선의 흡수능을 갖는 *p*-methoxycinnamoyl기는 Uvinul MC-80에 주된 기능기로 포함되어 있다. Figure 3(c)의 TiO₂ 3328과 같은 무기 자외선차단제의 자외선차단 원리는 물리적 산란으로 알려져 있으며 자외선 파장영역에서 파장이 상대적으로 긴 UV-A 영역의 차단 효과에 적합한 것으로 알려져 있다[9].

자외선차단 PSQ 구 또한 무기물인 실리카가 기본 구성 물질로 되어있는 입자이므로 이와 같은 물리적 산란에 의한 차단효과를 갖는 것으로 사료된다. 따라서 자외선차단 PSQ 구의 이러한 자외선차단 거동은 유기 자외선차단제인 Uvinul MC-80과 무기 자외선차단제인 TiO₂ 3328의 차단 특성을 모두 포함하는 유기-무기 혼성 개념의 자외선차단제임을 보여주는 결과이다.

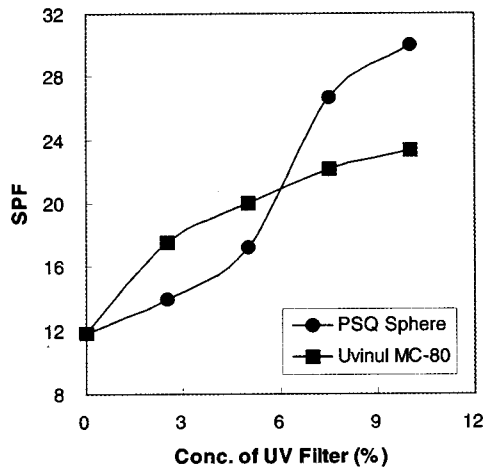


Figure 5. The SPF values vs. the concentrations of UV screening PSQ spheres and Uvinul MC-80 in Vaseline.

Figure 4(a)는 자외선차단 PSQ 구, Uvinul MC-80과 TiO_2 3328을 바셀린 베이스에 5.0, 10.0 wt% 무게비로 혼합한 제제의 SPF 측정결과이다. 자외선차단 PSQ 구는 5.0 wt% 농도에서 SPF 2.9 정도의 값을 보였으며, 10.0 wt% 농도에서는 SPF 5.7 정도의 값을 보였다. 이러한 결과는 TiO_2 3328과 비슷한 결과이며 농도 증가에 따라 SPF 값의 변화가 유사하였다. 반면에 Uvinul MC-80의 경우는 5.0 wt% 농도에서 8.8의 SPF 값을 보였으며, 10 wt% 농도에서는 SPF 11 정도의 값을 보였다.

Figure 4(b)는 자외선차단 PSQ 구가 갖는 특성인 유기-무기 혼성 개념을 보여 줄 수 있는 결과로서 UV-B 파장 영역에서의 자외선차단 효과와 UV-A 파장영역에서의 자외선차단 효과의 비율을 정량적으로 표시한 수치이다. UV-A 영역에서의 차단효과가 상대적으로 높은 무기차단제 TiO_2 3328의 경우 0.9 이상의 값을 보였으며, UV-B 영역에서의 차단효과가 상대적으로 높은 유기차단제 Uvinul MC-80의 경우는 0.2 정도의 값을 보였다. 반면에, 자외선차단 PSQ 구는 0.4 정도의 값으로 TiO_2 3328과 Uvinul MC-80의 중간 정도의 값을 보이는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 자외선차단 PSQ 구의 유기-무기 혼성 형태로 인한 결과로 사료된다.

3.3. 자외선차단 PSQ 구의 SPF Boosting 효과

Figure 5는 OMC와 BMDM이 각각 2.5 wt%와 0.3 wt% 포함된 바셀린 제제에 자외선차단 PSQ 구를 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 wt%로 혼합한 제제의 각각 3회씩 SPF 값 변화를 측정하고, 동일한 조건으로 Uvinul MC-80을 혼합한 제제와 비교한 결과이다. Uvinul MC-80의 경우, 5.0 wt% 이하의 농도에서는 자외선차단 PSQ 구에 비해 높은 SPF 값을 보였으나 5.0 wt% 이상의 농도에서는 SPF

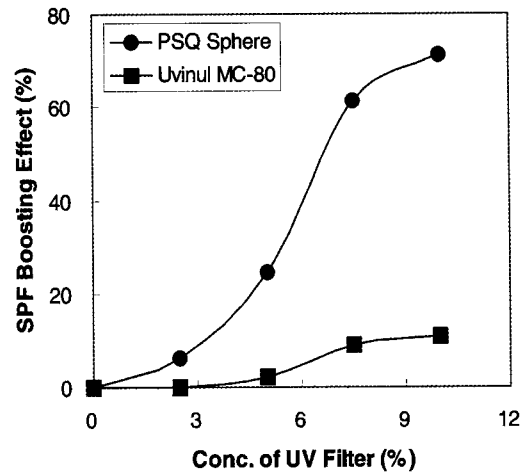


Figure 6. SPF boosting effect vs. the concentrations of UV screening PSQ spheres and Uvinul MC-80.

값의 변화가 적게 나타났다. 반면에, 자외선차단 PSQ 구의 경우, 7.5 wt% 농도에서 급격한 SPF 값의 증가를 보였으며 농도에 따른 SPF 값의 증가도 Uvinul MC-80에 비해 높은 것으로 나타났다.

Figure 6은 OMC와 BMDM이 각각 2.5 wt%와 0.3 wt% 포함된 바셀린 제제를 control로, 포함되지 않은 제제를 reference로, 자외선차단제로서 자외선차단 PSQ 구와 Uvinul MC-80을 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 wt%로 첨가한 제제를 시료로 하여 각각 3회씩 SPF 값을 측정한 후, 첨가된 자외선차단 성분이 전체 SPF 값에 미친 효과(SPF boosting 효과)를 정량적으로 계산한 평균 결과이다. Uvinul MC-80의 경우는 10 wt% 농도에서도 10% 이하의 낮은 boosting 효과를 보였으나, 자외선차단 PSQ 구의 경우는 5 wt% 농도 이상에서 우수한 SPF boosting 효과를 보이는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 자외선차단 PSQ 구가 다른 자외선차단제와 혼합되어 사용될 시에 우수한 SPF 향상 효과를 줄 수 있으며, 자외선차단 원료로서의 산업성 또한 우수할 것으로 기대되는 결과이다.

4. 결 론

유기-무기 혼성 개념의 자외선차단 PSQ 구를 간단한 방법에 의해 제조한 후, 구의 물리적 특성을 규명하고, 자외선차단 거동을 기존의 무기계 자외선차단제와 유기계 자외선차단제와 비교하는 연구를 진행하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

자외선차단 PSQ 구는 기존의 PSQ의 물리적 특성과 동시에, 자외선차단 기능을 갖는 유기 성분을 화학적으로 도입함으로써 유기 기능기를 무기재료에 분자적으로 결

합하는 기술을 도입한 입자이다.

자외선차단 PSQ 구는 자외선 흡수의 유기 자외선차단제와 물리적인 자외선 산란의 무기 자외선차단제의 차단효과를 동시에 보이는 유기-무기 혼성 개념의 자외선차단 거동을 보였다.

자외선차단 PSQ 구는 자외선 차단효과가 기존 제품에 비하여 뒤떨어지지 않을 뿐만 아니라, 기존의 자외선차단제와 혼합 시에 SPF boosting 효과를 보였으며, 유기물과 상용성이 뛰어나고, 기존 무기 자외선차단제의 큰 단점인 백화현상을 일으키지 않는 것으로 나타났다.

자외선차단 PSQ 구는 우수한 자외선차단 기능과 상용성, 안전성 등을 가지며, 또한 입도 조절을 통한 분산도의 향상과 효율을 향상시킴으로써 기존 자외선차단제의 단점을 보완하고 차단효과를 극대화 할 수 있는 가능성을 확인하였고, 향후 파우더 형태의 자외선차단제로서 여러 가지 기능성제품에 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료기술인플라개발사업(고유번호 03-PJ1-PG11-VN01-SV05-0004)의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. R. H. Baney, M. Itoh, A. Sakibara, and T. Suzuki, Silsesquioxanes, *Chem. Rev.*, **95**, 1409 (1995).
2. E. Tegou, V. Bellas, E. Gogolides, P. Argitis, D. Eon, G. Cartry, and C. Cardinaud, Polyhedral oligomeric silsesquioxane (POSSP) based resists: materials design challenges and lithographic evaluation at 157 nm, *Chem. Mater.*, **16**, 2567 (2004).
3. F. Baumann, M. Schmidt, B. Deubzer, M. Geck, and J. Dauth, On the preparation of organosilicon micro-spheres: A polycondensation in micro-emulsion, *Macromolecules*, **27**, 6012 (1994).
4. J. Y. Choi, C. H. Kim, and D. K. Kim, Formation and characterization of monodisperse, spherical organo-silica powders from organo-alkoxysilane-water system, *J. Am. Ceram. Soc.*, **81**, 1184 (1998).
5. I. Noda, M. Isikawa, M. Yamawaki, and Y. Sasaki, A facial preparation of spherical methylsilsesquioxane particles by emulsion polymerization, *Inorganica Chimica Acta*, **263**, 149 (1997).
6. Japan Patent JP-00027273 (1996).
7. M. S. Lim, T. K. Chung, K.-S. Yoon, and Y. B. Kim, Synthesis of polysilsesquioxane spheres with functional groups, *Manuscript in preparation*.
8. 윤경섭, 김미진, 김민재, 김영백, 임미선, 한국공개특허출원번호 10-2004-30555 (2004).
9. N. Serpone, A. Salinaro, A. Emeline, S. Horikoshi, H. Hidaka, and J. Zhao, An *in vitro* systematic spectroscopic examination of the photostabilities of a random set of commercial sunscreen lotions and their chemical UVB/UVA active agents, *Photochem. Photobiol. Sci.*, **12**, 970 (2002).