

유중수 타입의 외관이 투명한 자외선 차단 화장품에 관한 연구

곽재훈^{1,†} · 조용훈¹ · 변상요² · 김태훈³

대구한의대 화장품약리학과¹

(2015년 8월 3일 접수; 2015년 9월 22일 수정; 2015년 9월 24일 채택)

Studies on Transparent Sunscreen of Water-in-Oil Emulsion Type

Jae-Hoon Kwak^{1,†} · Yong-Hun Cho¹ · Sang-Yo Byun² · Tae Hoon Kim³

¹Department of Cosmeceutical Science, Daegu Hanny University, Gyeongsan 712-715, Korea.

²Cosmetic Science Major, Dept. of Applied Biotechnology, Ajou University

³Department of Food Science and biotechnology, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

(Received August 3, 2015; Revised September 22, 2015; Accepted September 24, 2015)

요약 : 본 연구는 내수성을 지니고 사용 시 백탁 현상이 없는 투명한 외관을 가지는 자외선 차단 화장품 제재를 개발 하는 방법이다. 외관이 투명한 자외선 차단제는 유화물의 수상부와 유상부의 굴절률 차이에 따른 투명도를 통하여 외관이 투명한 유중수 타입의 자외선 차단제를 연구하였다. 지속성 및 내수성이 우수한 유중수 타입의 에멀전을 연구하고 제형의 수상부 및 유상부의 비율을 조정하여 유중수형 유화의 안정성을 극대화시키는 방향으로 제형을 설계하는 연구를 수행 하였다. 연구 결과, 수상부와 유상부의 굴절률 차가 0.004이하일 때 투명한 유중수형 에멀전을 형성 할 수 있었으며, 내상부인 수상의 함량이 70% (w/w) 이상에서 안정한 유중수형 에멀전을 형성하였다. 임상 시험을 통하여 투명한 자외선 차단제의 자외선 A 차단지수와 자외선 B 차단 지수를 측정하였다. 그 결과, 자외선 A 차단지수는 3.01 ± 0.30 으로 나타났으며, 자외선 B 차단지수는 30.99 ± 1.65 로 측정되었다.

주제어 : 자외선차단, 유중수에멀전, 굴절률, 투명, 안정성

Abstract : This study is related to the developing method of a transparent sunscreen cosmetic which has waterproofing property and no white turbidity when applied to skin. The transparent sunscreen is prepared by exploiting refractive index difference between oil-phase and water-phase of water-in-oil(W/O) emulsion. The sunscreen according to this study is prepared as a W/O type emulsion so that it is water-stable and water resistance. Also, the stability of W/O type emulsion is developed by adjusting the content of oil phase part and water phase part. As a result of this studying, the transparent W/O emulsion is prepared by adjusting the refractive index of oil-phase and water-phase within 0.004 and it is found that the stability of the transparent sunscreen is increasing when the water phase part is over 75% (w/w) of the W/O emulsion.

[†]Corresponding author
(E-mail: jaykwak@dhu.ac.kr)

Through clinical test of transparent sunscreen, the value of sun protection Factor(SPF) and Protection Factor of UVA(PFA) were determined. SPF and PFA values of transparent sunscreen were indicated 30.99 ± 1.65 and 3.01 ± 0.30 .

Keywords: Sunscreen, Water-in-oil emulsion, Refractive index, Transparent, Stability

1. 서론

태양광으로부터 조사되는 자외선은 파장에 따라 UVC (200~280 nm), UVB (280~320 nm), UVA (320~400 nm)로 분류되며, 대부분의 UVC는 오존층을 통과하면서 지표면에 도달하지 못하고 소실되기 때문에 피부에 영향을 미치는 자외선은 UVB, UVA이다[1]. 자외선은 피부표면의 살균작용, 비타민 D의 생합성 등 피부에 유용한 측면이 있는 반면, 피부에 침투된 UVA+B는 홍반과 주근깨, 부종 등을 유발시키고, 진피까지 침투하여 피부암과 주름, 멜라닌 형성을 촉진하는 것으로 알려져 있다[2-4]. 뿐만 아니라, 자외선에 장시간 노출시 콜라겐과 엘라스틴을 변형시켜 탄력을 감소시키는 등 피부노화 및 피부 자극의 원인이 된다[5-7]. 이처럼 피부 노화 속도를 줄여 주기 위한 목적으로 자외선 차단제가 개발되고 있으며, 자외선 차단제의 유형은 유화물의 내상 및 외상의 조성 혹은 유화제에 따라 유중수형 에멀전과 수중유형 에멀전으로 구분할 수 있다[8,9]. 수중유형 에멀전의 경우 사용감은 우수하나 내수성이 떨어지기 때문에 땀이나 물에 의해 자외선 차단효과가 감소되는 문제점이 있고, 유중수형 에멀전은 수중유형 에멀전에 비해 내수성은 우수하지만 낮은 사용감과 시간 경과에 따른 경시적 안정성 문제를 가지고 있다[10,11]. 사람의 피부는 친수성의 성질보다 친유성의 성질에 더 가깝기 때문에, 최근에는 피부에 더 적합한 유중수형 에멀전이 기초제품으로 다양하게 적용되고 있다[12]. 현재까지 개발된 자외선 차단제는 SPF 지수가 높을수록 백탁 현상이 심해 피부에 잘 퍼서 바르지 않으면 하얗거나 뿌옇게 보이는 단점을 가진다.

본 연구는 유중수형을 통하여 내수성을 지니고, 피부에 적용했을 때 백탁 현상이 없는 투명한 외관을 가지는 자외선 차단 화장료 제재를 개발하고 투명성에 의한 자외선 차단 효과를 확인하는 것을 목적으로 두고 실험을 진행하였다. 내

수성을 증가시키기 위해 유중수형을 기본으로 수상부 및 유상부의 비율을 조절하여 안정성을 높이고, 유화물의 수상부와 유상부의 굴절률 차이에 따른 투명도를 통하여 외관이 투명한 유중수 타입의 자외선 차단제 제형을 설계하는 연구를 수행하였다.

2. 실험

2.1. 실험재료

실험에 사용된 원료는 원료 공급 업체에서 제공받아 사용하였다.

유상부는 유화제로서 일반적으로 유중수 크림과 로션에 사용되는 것으로, 일반 하이드로카본류의 오일 및 실리콘 오일과의 상용성이 좋은 Cetyl PEG/PPG-10/1 Dimethicone (ABIL EM 90, Degussa, Germany)를 사용하였고, 외상에 사용한 오일은 굴절률이 낮은 Cyclopentasiloxane (KF995, Shin-Etsu, Japan) 및 유기자외선차단제의 용해성을 높여주는 C12-15 Alkyl Benzoate (Finsolv TN-O, Innospec, USA)를 사용하였다. UVB영역 자외선 흡수제로서 Octocrylene (Parsol 340, DSM Nutritional Product, Taiwan), Polysilicone-15 (Parsol SLX, DSM Nutritional Product, Germany), Ethylhexyl Salicylate (Parsol EHS, DSM Nutritional Product, Taiwan)를 사용하였으며, Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine(Tinosorb S, BASF, USA)을 UVA 및 UVB 자외선 흡수제로 사용하였다.

수상부는 정제수와 굴절률 조절을 목적으로 Glycerin (Glycerin Conc, Uniqema Co., USA)을 사용하였으며, UVA자외선 흡수제로서 Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid(Parsol HS, DSM Nutritional Product Ltd., Taiwan)와 이를 중화하기 위한 목적으로 Triethanolamine(TEA, KPX Green Chemical co., Korea)를 사용하였다.

2.2. 실험기기

각 원료와 유상부 및 수상부의 굴절률 측정을 위하여, 굴절계(Refractometer, Rudolph Research Analytical, USA)를 사용하였고, 유중수형 에멀전의 유화 기기로 호모 믹서(T. K. Homomixer Mark II Model 2.5, Tokushu Kika Kogyo, Japan)를 사용하였다.

UVA+B 광량을 측정하기 위해서 광세기측정기(PMA-2100, Solar Light, USA)를 사용하였고, 색차계 (Chromameter, CR-400, Konica Minolta, Japan)를 이용하여 피부타입을 판정하였다.

2.3. 실험방법

2.3.1. 굴절률 측정

굴절계를 이용하여 25°C의 조건에서 굴절률을 측정하였다. 액상 원료의 굴절률은 각각의 원액의 상태에서 측정하였으며, 파우더 형태인 Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid 및 Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine는 Table 1과 같은 조합으로 용해하여 측정 하였다. 수상부 및 유상부 각각의 혼합 굴절률은 Snell's 방법[13]을 일부 변형하여 굴절률을 조정하고, 실측치와 오차범위를 실험으로 줄여가며 측정하였다.

$$RI_{mix} = [\Sigma(W_i \times n_i)] / \Sigma W_i$$

(RI_{mix} : Refractive index of the mixture, W_i : Weight of each components, n_i : Refractive index of each component)

Table 1. Contents of Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid Solution and Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine Solution

Ingredients		Contents % (w/w)
Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid Solution	Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid	43.75
	Water	31.25
	Triethanolamine	25.00
Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine Solution	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine	28.57
	Octocrylene	71.43

2.3.2. 유중수형 유화액의 제조

유중수형 에멀전의 제조는 Fig. 1의 공정에 따라 호모믹서를 이용하여 유상부를 900 rpm으로 5분간 교반하고 유상부에 수상부를 서서히 첨가시키면서 10분간 1,500 rpm으로 에멀전을 형성시킨 후 실험을 종료 하였다.

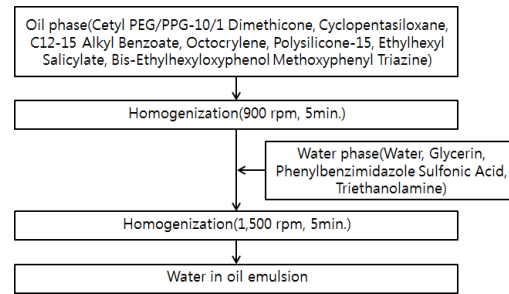


Fig. 1. Water-in-oil emulsion preparation.

2.3.3. 유상부와 수상부의 굴절률 차에 따른 투명성 측정

유상부의 굴절률을 기준으로, 굴절률 차이는 수상부의 글리세린의 함량을 조절하여 0.04의 단위로 굴절률 차이를 두고 Fig. 1의 공정에 따라 에멀전을 형성한 뒤 투명성의 정도를 육안으로 관찰 하였다.

2.3.4. 유상부와 수상부의 비율 차이에 따른 안정도 측정

유상부 및 수상부의 함량에 따른 안정도 측정을 위하여 유상부 및 수상부의 함량 비율은 유상부를 각각 40%, 35%, 30%, 및 25%(w/w)로 하였으며, 수상부는 유상부에 비례하여 60%, 65%,

70% 및 75%(w/w)로 총 100%(w/w)가 되도록 하였다. 추가적으로 투명성을 유지하기 위하여 각각의 유상부 굴절률에 맞추어 수상부의 글리세린의 함량으로 굴절률을 동일하게 조정하였다. 준비된 유상부와 수상부를 Fig. 1의 공정에 따라 에멀전을 형성한 뒤 5°C, 35°C, 50°C에서 4주동안 에멀전의 분리 정도를 육안으로 관찰 하였다.

2.3.5. 자외선차단 임상 평가

투명 자외선 차단제의 인체 적용시험은 피엔케이 피부임상연구센터(주)에 의뢰하여 실시하였다. Table 2의 Fitzpatrick의 피부 유형 분류기준표[14]의 기준에 따라 UVA 차단지수 측정은 II, III, IV에 해당하는 신체 건강한 성인 남·여 10을 대상으로, UVB 차단지수 측정은 I, III, IV에 해당하는 성인 남·여 10을 대상으로 투명 자외선 차단지수 시험을 실시하였고, 화장품에 민감한 반응을 가지거나 일상적인 광노출에 알려지거나 있는 자 또는 연구자 판단에 부적합하다고 평가되는 자는 제외하였다. 그 외의 시험방법은 자외선차단효과측정방법 및 기준(식품의약품안전청고시 제 2009-130호)에 따라 수행되었다.

2.3.6. 광조사 및 광량 측정

착색이나 피부 손상이 없는 등의 평평한 부위를 대상으로 Fig. 2와 같이 소구획을 나누어 1 ml 일회용 주사기를 이용해 제품을 취해 도포하고, 균일하게 제품을 도포하여 순차적으로 광량을 증가시켜 측정하였다. 자외선 A 차단지수(PFA)를 측정하기 위해 시험 기간 동안 UVA 범위에서 태양광과 유사한 광원을 사용하였으며, 자외선 B 차단지수(SPF)를 측정하기 위해 UVA+B

(290~400nm) 범위에서 태양광과 유사한 스펙트럼을 가지는 광원을 사용하였다.

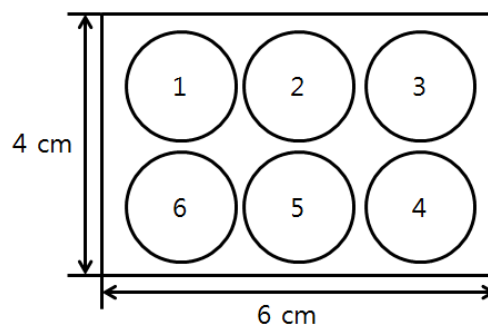


Fig. 2. Application area and application section.

2.3.7. 자외선 A 차단지수(PFA) 평가

자외선 조사 2~4시간 뒤 시험부위의 최소 흑화 부위를 숙련자 2인이 Table 3에 따라 판정하고, 그 판정 값을 이용하여 자외선 차단지수를 계산한다. 2인의 결과 값이 서로 다를 경우 판정 결과 중 낮은 최소지속형 즉시 흑화량으로 채택하였다.

자외선 차단지수(PFA)는 아래와 같은 방식으로 산출하고, 10 명의 평균값으로 제품의 자외선 A 차단지수를 결정하였다. 얻어진 차단지수 A차단지수는 Table 4와 같이 자외선 A등급을 표시하였다. 표시기재는 자외선 차단지수와 병행하여 표시할 수 있다.

Table 2. The Fitzpatrick Skin Phototype and Colorimetric ITA° Values

Type	Skin Colours Categories	ITA° Value* Ranges
I	Always burns easily, never tans	>55°
II	Always burns easily, tans minimally	>41° to 55°
III	Burns moderately tans gradually	>28° to 41°
IV	Burns minimally, tans well	>10° to 28°
V	Burns rarely, tans profusely	>-30° to 10°
VI	Never burns, deep pigmentation	≤-30°

* ITA° Value = $[\text{ArcTangent}(L^*-50)/b^*] \times 180/\pi$ ($\pi = 3.14159$)

(L* : Luminance, b* : Yellow / Blue component)

Table 3. Indication Standard of Melanism State

Evaluation	Indication Standard
0	Negative
±	Melanism reaction slightly, but partially (<50%)
+	Melanism appearing over most of the area of UV exposure (>50%)
++	Visible unambiguous melanism appearing over most of the area of UV exposure, edema
+++	Visible unambiguous melanism appearing over most of the area of UV exposure, blister

Table 4. Classification of UVA Protection Rating

PFA	UVA protection rating (PA)	UVA Protection effect
2-4	PA+	Effect
4-8	PA++	A lot of effect
8 or more	PA+++	Very much effect

Table 5. Indication Standard of Erythema State

Evaluation	Indication Standard
0	Negative
±	Erythema reaction slightly, but partially (<50%)
+	Erythema appearing over most of the area of UV exposure (>50%)
++	Visible unambiguous erythema appearing over most of the area of UV exposure, edema
+++	Visible unambiguous erythema appearing over most of the area of UV exposure, blister

$$PFA_i = \frac{\text{제품 도포부위의 최소지속형 즉시 흑화량}(MPPD_p^*)}{\text{제품 무도포부위의 최소지속형 즉시 흑화량}(MPPD_u^*)}$$

$$\text{자외선 차단지수}(PFA) = \frac{\sum PFA_i}{n} \quad (n: \text{표본수})$$

* MPPDu (J/cm²) : 최소 흑화가 나타난 곳의 광세기(mw/cm²) × 조사시간(sec)

* MPPDp (J/cm²) : 최소 흑화가 나타난 곳의 광세기(mw/cm²) × 조사시간(sec)

2.3.8. 자외선 B 차단지수(SPF) 평가

자외선 조사 16~24시간 뒤 시험부위의 최소 홍반량을 숙련자 2인이 Table 5 에 따라 판정하고, 그 판정 값을 이용하여 자외선 차단지수를 계산한다. 2인의 결과 값이 서로 다를 경우 판정 결과 중 낮은 최소 홍반량으로 채택하였다.

자외선 차단지수(SPF)는 아래와 같은 방법으로 산출하고, 10 명의 평균값으로 제품의 자외선 B 차단지수를 결정하였다.

$$SPFi = \frac{\text{제품 도포부위의 최소홍반량}(MEDp^*)}{\text{제품 무도포부위의 최소홍반량}(MEDu^*)}$$

$$\text{자외선 차단지수}(SPF) = \frac{\sum SPFi}{n} \quad (n: \text{표본수})$$

* MEDu (J/cm²) : 최소 홍반이 나타난 곳의 광세기(μW/cm²) × 조사시간(sec)

* MEDp (J/cm²) : 최소 홍반이 나타난 곳의 광세기(μW/cm²) × 조사시간(sec)

3. 결과 및 고찰

3.1. 원료별 굴절률 측정 결과

원료별 굴절률 측정 결과 Table 6과 같이 나타났다. 유상부에서는 Cyclopentasiloxane이 1.383로 비교적 낮은 굴절률을 나타내었으며, 수상부에서는 Glycerin이 높은 굴절률을 나타내어, 유상부에서는 Cyclopentasiloxane으로, 수상부는 Glycerin을 이용하여 굴절률을 조절 하였다.

3.2. 유상부와 수상부의 굴절률 차에 따른 투명성 측정

Table 6의 결과를 토대로 수상부의 글리세린의 함량을 조정하여 Table 7과 같이 수상부와 유상부의 굴절률을 측정한 결과, 굴절률이 단계별로 0.004의 차이가 나타 내었다(Table 8). 유중수형

으로 유화한 결과 굴절률의 차이가 없을 경우 투명한 유화물을 얻을 수 있었으며, 수상부의 굴절률차가 유상부의 비하여 0.004 더 높은 경우 미세한 현탁이 발생되었고, 굴절률의 차가 0.008 이상의 차이가 날 때 현탁한 제형을 나타내었다(Fig. 3). 이를 통해 수상부와 유상부의 굴절률차를 0.004 이내로 하여 투명한 유화물을 얻도록 하였다.

3.3. 유상부와 수상부의 비율 차이에 따른 안정도 측정

유중수 유화물은 시간이 경과함에 따라 경시 안정성이 나쁘나 수상부의 비율을 증가시킴으로 해결이 가능하다[10,15-18]. 본 연구에서는 수상부의 함량 비율을 60%, 65%, 70% 및 75%로 증가 시켜 유화물의 안정도를 5°C, 35°C, 50°C에서 1-4 주 보관 후 경시적 안정도를 측정하였고 Table 9와 같이 수상부와 유상부의 굴절률을 측정한 결과, 동일한 굴절률을 나타내었으며 투명한 상태에서 안정도를 측정할수 있었다(Table 10).

Fig. 4와 Fig. 5를 비교해 보았을 때 시간이 지남에 따라 안정도의 차이를 보였는데, 수상부의 함량이 60% 일 때 전 온도 구간에서 분리 현상이 나타났으며, 65% 에서는 50°C 에서 미세한 분리 현상이 나타났고 수상부의 함량이 70% 이상일 경우 모든 온도에서 경시적으로 안정한 상을 유지함을 나타내었다.

Table 6. Refractive index of each component

Raw material	Refractive Index (25°C)
Octocrylene	1.5675
Polysilicone-15	1.4411
Ethylhexyl Salicylate	1.5022
Cetyl PEG/PPG-10/1 Dimethicone	1.4403
Cyclopentasiloxane	1.3983
C12-15 Alkyl Benzoate	1.4844
Water	1.3330
Glycerin	1.4715
Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid Solution (Active 43.75%, Water 31.25%, Triethanolamine 25%)	1.4743
Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine Solution (Active 28.57%, Octocrylene 71.43%)	1.5870

Table 7. Formation for water in oil emulsion with different refractive index of oil and water phase

Category	Ingredients	Contents(%w/w)			
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Oil phase	C12-15 Alkyl Benzoate	2.80	2.80	2.80	2.80
	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine Solution	3.50	3.50	3.50	3.50
	Polysilicone-15	6.00	6.00	6.00	6.00
	Ethylhexyl Salicylate	3.00	3.00	3.00	3.00
	Cetyl PEG/PPG-10/1 Dimethicone	2.70	2.70	2.70	2.70
	Cyclopentasiloxane	22.00	22.00	22.00	22.00
Water phase	Water	8.00	8.00	8.00	8.00
	Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid Solution	14.58	16.25	17.91	19.58
	Glycerin	37.42	35.75	34.09	32.42
Total		100	100	100	100

Table 8. Refractive index difference of each oil and water phase

Category	Refractive Index(25°C)			
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Oil phase	1.4378	1.4378	1.4378	1.4378
Water phase	1.4378	1.4338	1.4298	1.4258
Refractive Index(25°C) difference	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120

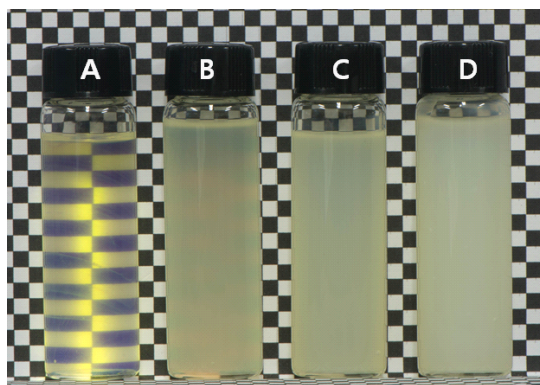


Fig. 3. Transparence of different water-in-oil emulsions with different refractive index.
 A) Refractive Index(25°C) difference : 0.000, B) Refractive Index(25°C) difference : 0.004
 C) Refractive Index(25°C) difference : 0.008, D) Refractive Index(25°C) difference : 0.012

Table 9. Formation for Different Water-in-Oil Emulsions with Different Oil and Water Contents

Category	Ingredients	Contents(%w/w)			
		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Oil phase	C12-15 Alkyl Benzoate	2.80	2.80	2.80	2.80
	Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine Solution	3.50	3.50	3.50	3.50
	Polysilicone-15	6.00	6.00	6.00	6.00
	Ethylhexyl Salicylate	3.00	3.00	3.00	3.00
	Cetyl PEG/PPG-10/1 Dimethicone	2.70	2.70	2.70	2.70
	Cyclopentasiloxane	22.00	17.00	12.00	7.00
Water phase	Water	8.00	8.00	8.00	8.00
	Phenylbenzimidazole Sulfonic Acid Solution	14.58	13.00	10.30	6.00
	Glycerin	37.42	44.00	51.70	61.00
Total		100	100	100	100

Table 10. Refractive Index Difference of Each Oil and Water Phase

Category	Refractive Index(25°C)			
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Oil phase	1.4378	1.4435	1.4511	1.4616
Water phase	1.4378	1.4435	1.4511	1.4616
Refractive Index(25°C) difference	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

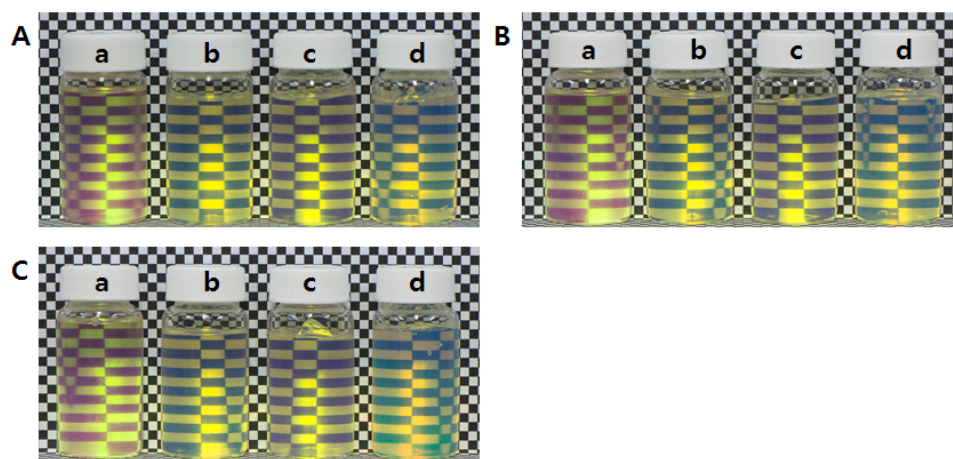


Fig. 4. Stability of water-in-oil emulsions with different conditions after 1 week.

A) Stability test at 5°C, B) Stability test at 35°C, C) Stability test at 50°C,

a) Water Phase 60%(w/w) & Oil Phase 40%(w/w)

b) Water Phase 65%(w/w) & Oil Phase 35%(w/w)

c) Water Phase 70%(w/w) & Oil Phase 30%(w/w)

d) Water Phase 75%(w/w) & Oil Phase 25%(w/w)

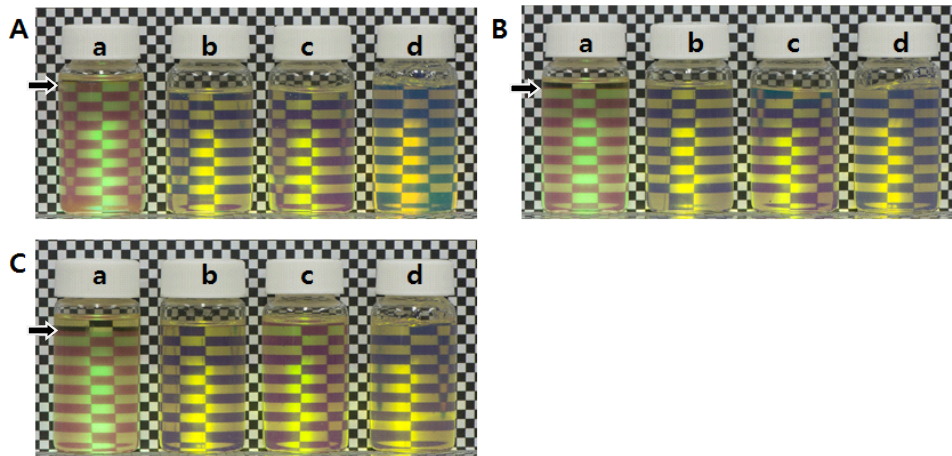


Fig. 5. Stability of water-in-oil emulsions with different conditions after 4 weeks.

A) Stability test at 5°C, B) Stability test at 35°C, C) Stability test at 50°C

- a) Water Phase 60%(w/w) & Oil Phase 40%(w/w)
- b) Water Phase 65%(w/w) & Oil Phase 35%(w/w)
- c) Water Phase 70%(w/w) & Oil Phase 30%(w/w)
- d) Water Phase 75%(w/w) & Oil Phase 25%(w/w)

Table 11. Result of PFA and SPF Value

Product	PFA value	95% CI	SPF value	95% CI
Transparent Sunscreen	3.01 ± 0.30	0.30	30.99 ± 1.65	1.18

3.4. 투명 자외선 차단제의 PFA, SPF 결과

투명 자외선 차단제의 PFA, SPF 시험에 참여한 피험자는 중도 탈락자 없이 시험을 종료하였다. 투명 자외선차단제의 PFA 측정결과 UVA 차단지수는 3.01 ± 0.30 으로 나타났으며 평균값이 2이상 4미만으로 측정되어 자외선 A 차단등급은 [PA+]로 나타내었다. 표준오차가 PFA의 평균값의 $\pm 10\%$ 구간 안에 포함되어 시험의 신뢰성 검증에서 검증을 완료하였다. SPF의 경우 자외선 차단지수가 30.99 ± 1.65 로 나타났으며, 95% 신뢰구간이 SPF 평균값의 $\pm 20\%$ 구간 안에 포함되어 시험의 신뢰성 검증에서 검증을 완료하였다 (Table 11).

4. 결론

본 연구에서는 유중수형 에멀전을 통하여 내수

성을 지니고 사용 시 백탁 현상이 없는 투명한 외관을 가지는 자외선 차단 화장품 제재 기술을 개발하는 방법으로 투명한 자외선 차단 화장품 제재 기술을 개발하기 위하여 수상부 및 유상부의 굴절률 차이를 확인 하였으며, 유중수 에멀전의 안정성을 높이기 위하여 수상부와 유상부의 함량 조절을 통하여 안정한 유화물을 개발 하고자 실험 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 수상부와 유상부의 굴절률이 동일한 경우 아주 투명한 유화물을 얻을 수 있으며, 수상부와 유상부의 굴절률 차가 0.004인 경우에도 현탁도가 미비하여 투명한 자외선 차단 화장품 제재에 적용 가능성을 나타내었다.
- 2) 유중수형 에멀전의 안정성을 높이기 위하여, 수상부의 함량을 높여 경시적 안정도를 측정 한 결과, 수상부의 함량이 70%(w/w)이상

서는 안정한 에멀전을 얻을 수 있음을 나타내었다.

- 3) 임상 시험을 통한 본 제제의 자외선 A 차단지수와 자외선 B 차단 지수를 측정한 결과, 자외선 A 차단지수는 3.01 ± 0.30 으로 나타났으며, 자외선 B 차단지수는 30.99 ± 1.65 로 측정되었다. 이는 외관이 투명성에 따른 자외선 차단능의 변화는 없는 것으로 판단된다.

본 연구를 통하여 외관이 투명한 자외선 차단 화장품 개발 시 굴절률을 동일하게 조성하고 수상부의 함량을 조절함에 따라, 외관이 투명하며 안정도가 우수한 자외선 차단 화장료를 개발 할 수 있음을 확인 하고, 외관의 투명성에 따른 자외선 차단능의 변화는 없는 것으로 확인 된다. 이러한 제형 기술 확립에 따른 의약 및 화장품 산업 기술이 향상되고 신규 제형 연구 개발의 과학기술적인 측면에서 도움이 될 것으로 판단된다.

References

1. E. M. DeSimone, "Sunscreen and suntan products", handbook of nonpre-scription drugs, 7th ed., Chapter 26, p.499-511, American Pharmaceutical Association, Washington, D.C(1982).
2. K. Sato, A mechanism of UVA induced pigmentation and UVA Protection, *SOFW J.*, **7**, 12(2007).
3. D. L. Bissett, D.P. Hannon and T. V. Orr, An animal model of solar-aged skin : histological, physical, and visible changes in UV-irradiated hairless mouse skin, *Photochem. Photobiol.*, **46(3)**, 367-378 (1987).
4. R. G. Christine, A Edith, C, Monique, J, P, Ortonne, and B Robert, Nitric oxide produced by ultraviolet-irradiated keratinocytes stimulates melanogenesis. *J. Clin. Invest.*, **99(4)**, 635(1997).
5. L. H. Kligman, and A. M. Kligman, The nature of photoaging : its prevent and repair. *Photo-dermatology*, **3(4)**, 215-227 (1986).
6. M. A. Pathak, Sunscreens and their use in the preventive treatment of sunlight-induced skin damage. *J. dermatol surg. Oncol.*, **13(7)**, 739-750(1987).
7. S. R. Plastow, J. A. Harrison, & A. R. Young. Early changes in dermal collagen of mice exposed to chronic UVB irradiation and the effects of a UVB sunscreen. *J. investigative dermatology*, **91(6)**, 590-592(1988).
8. F. O. Opawale, and D. J. Burgess, Influence of inter-facial properties of lipophilic surfactants on water-in-oil emulsion stability, *J. Colloid and interface Sci.*, **8(4)**, 137(1998).
9. M. J. Rosen, Relationship of sturcture to properties in surfactants. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **51**, 461-169(1974).
10. B. Tal-Figiel, The formation of stable W/O, O/W. W/O/W cosmetic emulsions in an ultrasonic field, *Chem. Eng. Res. Des.*, **85(5)**, 730-734(2007).
11. M. P. Aronson, M. F. Petko, High concentrated water-in-oil emulsion : Influence of electrolyte on their properties and stability. *J. Colloid and Interface Sci.*, **159(1)**, 134-149(1993).
12. G. A. van Aken, and F. D. Zoet, Coalescence in highly concentrated coarse emulsions. *Langmuir*, **16(18)**, 7131-7138 (2000).
13. J. Z. Sun, M. C. E. Erickson and J. W. Parr, Refractive index matching and clear emulsions. *J. Cosmet. Sci.*, **56**, 253-265 (2005).
14. J. M. Suk, et al, Characteristic of MED measurement Value of Trial Subjects from Ultraviolet Irradiation, *J. Soc. Cosmet. Sci. Kor* **39(3)**, 251-257(2013)
15. C. H. Villa, L. B. Lawson, Y. Li, and K. D. Papadopoulos, Internal coalescence as a mechanism of instability in water-in-oil-in-water double-emulsion globules, *Langmuir*, **19(2)**, 244-249(2003).
16. J. M. Williams, High Internal Phase Water-in-Oil Emulsions: Influence of

- surfactants and Cosurfactants on Emulsion Stability and Foam Quality, *Langmuir*, **7(7)**, 1370–1377(1991).
17. J. Czarnecki and K. Moran, On the stability Mechanism of Water-in-Oil Emulsion in Petroleum Systems, *Energy Fuels*, **19(5)**, 2074–2079(2005).
18. K. J. Lissant, Structure of high-internal-phase-ratio emulsions, *J. Colloid Interface Sci.*, **47(2)**, 416(1974).