

맞춤형화장품 베이스로서 리포솜 에센스의 물성 평가 및 피부타입에 따른 만족도 평가

안형근*·현통일**·윤경섭***†

*제주대학교 화학·코스메틱스학과, 연구원

**제주대학교 화학·코스메틱스학과, 석사 졸업생

***제주대학교 화학·코스메틱스학과, 교수

(2022년 2월 3일 접수, 2022년 2월 23일 수정, 2022년 3월 10일 채택)

Evaluation of Physical Properties of Liposome Essences as Customized Cosmetic Bases and Evaluation of Satisfaction According to Skin Type

Hyung Guen An, Tong-II Hyeon, and Kyung-Sup Yoon†

Department of Chemistry and Cosmetics, College of Natural Sciences, Jeju National University,
102 Jejudaehak-ro, Jeju-si, Jeju-do 63243, Korea

(Received February 3, 2022; Revised February 23, 2022; Accepted March 10, 2022)

요약: 맞춤형화장품은 화장품산업에서 최근 사회환경의 빠른 변화에 대한 대응, 개성과 다양성을 추구하는 트렌드로서 지속적으로 언급되고 있다. 이에 사업장에서 용이하게 혼합하여 적용할 수 있는 맞춤형화장품 베이스로 리포솜 제형과 에센스 제형의 비율을 달리함으로써 피부타입에 대응한 리포솜 에센스 4종을 제조하였다. 리포솜 에센스 4종에 대한 휘발잔분 측정과 90일 동안의 시간에 따른 나노 입자크기, 다분산지수, 제타전위 및 점도를 측정하였으며, 폴로이드 분산계의 안정성 평가방법으로서 터비스칸을 측정하였다. 또한 피부타입에 대응한 리포솜 에센스 4종에 대해 간이 사용성 평가를 진행하였다. 결과, 리포솜 에센스 4종은 지성용보다는 건성용 제품에서 휘발잔분량이 증가하였으며, 입자크기는 165 ~ 175 nm 범위로 시간에 따라 증가 경향을 보여 최대 31.5%까지 증가하였고, 다분산지수는 0.23 ~ 0.26 정도로 시간에 따른 변화는 거의 없었으며, 제타전위는 -74 ~ -72 mV로 시간에 따라 약간 감소 경향을 보이거나 최대 14.0% 감소하는 정도로 변화가 거의 없었다. 점도는 2,580 ~ 3,290 cps 범위로 시간에 따라 감소 경향을 보여 최대 17.5% 감소를 보였다. 터비스칸 측정에서는 안정성의 척도인 turbiscan stability index가 모두 1.0 이하로 분산 안정성을 보였다. 피부타입 대응 전체적인 간이 사용성 만족도 평가(6점법)에서는 중지성 피부용 제품(5.33 ± 0.75 점) > 중건성 피부용 제품(5.13 ± 0.95 점) > 건성 피부용 제품(5.03 ± 0.96 점) > 지성 피부용 제품(4.80 ± 1.04 점) 순으로 평가되었다. 리포솜 제형과 에센스 제형의 비율을 달리한 피부타입 대응 리포솜 에센스 4종은 물성적으로 안정하며, 피부타입에 따른 맞춤형화장품 베이스로서의 적용 가능성을 확인하였다.

Abstract: Customized cosmetics are continuously mentioned as a trend in the cosmetics industry to respond to the recent rapid changes in the social environment and pursue individuality and diversity. Accordingly, four types of liposome essence corresponding to skin types were prepared by varying the ratio of liposome formulation and essence formulation as a customized cosmetic base that can be easily mixed and applied at the workplace. The volatilization residues of four types of liposome essence were measured and the nanoparticle size, polydispersity index, zeta potential and viscosity according

† 주 저자 (e-mail: ksyoonjh@jejunu.ac.kr)
call: 064-754-3561

to time for 90 d were measured, and Turbiscan was measured as a method for evaluating the stability of a colloidal dispersion system. In addition, a simple usability evaluation was performed for four types of liposome essence corresponding to the skin type. As a result, the amount of volatile residue in the four types of liposome essence was increased in dry products rather than oily ones, and the particle size showed a tendency to increase with time in the range of 165 to 175 nm, increasing up to 31.5%, and the polydispersity index was 0.23 to 0.26. There was little change with time, and the zeta potential was -74 to -72 mV, showing a slight decrease with time, but there was little change to the extent of a maximum decrease of 14.0%. Viscosity showed a decreasing trend with time in the range of 2,580 ~ 3,290 cps, showing a maximum decrease of 17.5%. In the turbiscan measurement, all of the turbiscan stability index, a measure of stability, were less than 1.0, indicating dispersion stability. In the overall simple usability satisfaction evaluation for skin types (6 points), products for oily skin (5.33 ± 0.75 points) > products for medium dry skin (5.13 ± 0.95 points) > products for dry skin (5.03 ± 0.96 points) > products for oily skin (4.80 ± 1.04 points) points) were evaluated in order. The four types of liposome essence corresponding to skin types with different ratios of liposome formulation and essence formulation were physically stable, and the possibility of application as a customized cosmetic base according to skin type was confirmed.

Keywords: customized cosmetics, liposome essence, turbiscan, skin type, satisfaction evaluation

1. 서 론

최근 세계 뷰티산업의 경쟁 양상이 달라지고 있다[1]. 뷰티산업 변화의 주요 트렌드 중 눈에 띄는 내용은 ‘소비자들의 ‘개인 맞춤형’ 솔루션에 대한 니즈가 높아지면서 실제로 이를 충족시키는 제품과 서비스가 증가하고 있다’라는 것이다. 이에 대중화 단계는 아니지만, 국내외적으로 이른바 ‘맞춤형화장품’이 등장하고 있기 때문이다. 이에 식약처는 발 빠르게 최근 사회환경의 빠른 변화, 개성과 다양성을 추구하는 트렌드에 맞추어, 2016년 3월 ‘맞춤형화장품 판매 시범사업 안전관리 계획’ 가이드라인을 발표하였으며, 2021년 3월 전 세계에서 유례없는 맞춤형화장품 시행을 위한 화장품법과 법 시행규칙의 개정이 이루어졌다. 이후 맞춤형화장품은 매년 화장품 트렌드에 단골로 증가하게 되었다[2,3].

맞춤형화장품은 2010년대 중반부터 이미 다양한 제품과 서비스가 시장에 출시되고 있고 이들을 간략하게 4가지 유형으로 정리하기도 한다[4]. 첫 번째 유형은 익히 잘 알려진 ‘설문형 맞춤형화장품’, 두 번째는 유형은 피부 진단기기/피부측정시스템을 활용한 ‘피부진단형 맞춤형화장품’, 세 번째 유형은 유전자/마이크로바이옴 분석에 기반을 둔 ‘유전자 진단형 맞춤형화장품’과 네 번째 유형은 빅데이터, IoT, AI를 활용한 ‘기술융합형 맞춤형화장품’이며, 또한 4가지를 적절히 혼합한 유형도 있을 수 있다. 이들을 정리하면 맞춤형화장품은 기본적으로 4단계로 구분할 수 있다. 1 단계는 맞춤형화장품에서 가장 중요한, 고객들

자신의 피부에 맞는 가장 최적의 제품 제공을 위한 ‘피부 상태와 고민을 파악’하는 과정이다. 2 단계는 진단에 따른 제품의 선정이며, 3 단계는 제품의 혼합 및 소분 방법이다. 화장품법의 ‘맞춤형화장품 정의’에서처럼 내용물과 내용물, 내용물과 원료의 혼합 및 내용물의 소분에 의한 제품을 조제관리사가 혹은 고객이, 아니면 smart factory에서 수행될 수 있다. 4 단계는 포장 및 전달 방법으로 즉석/현장에서 전달하거나 우편으로 전달 등 다양한 방법이 있을 수 있다.

일반적으로 피부타입을 결정하기 위한 요인은 다양하나, 가장 영향을 주는 요인은 피부의 유분량과 수분량이다. 대한화장품산업연구원 자료인 2019 국가별 피부특성은행 구축사업보고서에 의하면, 한국인의 피부유형 조사에 20대부터 50대까지의 나이에 따른 피부수분량, 경피수분손실량, 피부피지량을 측정하였으며[5], 이 중에서 상대적으로 피부피지량이 좀 더 나이에 따른 차이를 보였다. 즉 피부타입 결정에 유분·수분을 측정하여 결정할 수 있으며, 기초화장품에서 피부에 적절한 유분량 및 수분량을 제공하기 위해서는 보습제 종류가 중요함을 알 수 있다[6].

맞춤형화장품을 위해서는 어느 중요하지 않은 단계가 없지만, 2 단계인 ‘진단에 따른 제품의 선정’과 관련하여 진단 방법뿐만 아니라 진단에 따른 피부유형에 대한 구분이 다양할 수밖에 없으므로 맞춤형화장품 처방 또한 매우 다양할 수 있다. 피부유형은 피부타입과 피부고민으로 구분하고[7], 피부타입은 계절 요인(여름, 봄, 가을, 겨울의 온도 및 상대습도)과 피부의 유분감과 수분감을 고려하여

4 가지(지성, 중지성, 중건성, 건성)로 구분할 수 있다[8]. 이외에 피부고민은 보습, 주름/탄력, 미백(잡티, 기미, 칙칙함, 피부톤), 시카/수딩(트러블, 민감), 모공/결(피부결, 거칠, 각질), 여드름(피지, 번들거림) 등 매우 다양하게 분류할 수 있다. 이처럼 다양한 화장품에 대하여 어떤 진단방법이던지 피부타입에 따른 베이스 제품의 선정과 피부고민에 따른 효능성분이 잘 도입하면, 현장에서 쉽게 맞춤형화장품을 제공해 줄 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 맞춤형화장품 2 단계인 ‘진단에 따른 제품의 선정’에 있어, 맞춤형화장품 베이스 제품으로 리포솜 에센스를 개발하고자 하였다. 리포솜(liposome) 제형은 화장품 내에서 성분의 활성을 유지함과 동시에 피부에의 흡수를 향상시킬 수 있는 경피흡수전달체로서 꾸준히 연구가 진행되고 있다[9-13]. 리포솜 에센스는 리포솜 제형과 에센스 제형으로 구성되며, 이들을 일정량 비율로 혼합함으로써 피부타입 4 종류에 대응한 베이스 제품군을 만들어 낼 수 있다. 따라서 리포솜 에센스 4 종을 제조하여 제품의 물성과 시간에 따른 물성 변화를 측정함으로써 제품의 안정성을 평가하였으며, 간이 사용성 만족도 평가를 통해 피부타입에 따른 맞춤형화장품 베이스로서 리포솜 에센스 4 종에 대한 적용 가능성을 확인하였다.

2. 재료 및 실험

2.1. 시약 및 기기

본 실험에서 맞춤형화장품 베이스로서 리포솜을 활용한 리포솜 에센스는 리포솜 제형, 에센스 제형 및 활성성분으로 구성하였다. 먼저 리포솜 제조를 위하여 hydrogenated lecithin (lipoid S75-3, Lipoid, Germany)과 cholesterol (cholesterol JP, Nippon Fine Chemical Co., Ltd., Japan), caprylic/capric triglyceride (imex MCT 60/40, InterMed Esters Sdn. Bhd., Malaysia), tocopheryl acetate (d- α -tocopheryl acetate, DSM, UK), dimethicone (xiameter PMX-200, Dow Corning, USA), ethanol (ethyl alcohol, Daejung, Korea), allantoin (ronacare allantoin, Merck KGaA, Germany), glycerin (glycerin, Acid Chem Co., India), butylene glycol (1,3-butylene glycol, Daicel, Japan), water (정제수)는 증류수 제조기(Pure RO 130, Human Co., Korea)에서 제조한 것(< 3 μ S/cm) 사용하였다.

에센스 제조에 추가로 1,2-hexanediol (TW-HD, Twin Coschem, Korea), 기능성 미백제인 niacinamide (niacinamide USP, Western Drugs Ltd., India), 기능성 주름개선제인

adenosine (adenosine, Sharing Technologies, Co., China), betaine (genencare OSMS BA, IFF Health & Bioscience, Netherlands), ethylhexylglycerin (saskine 50, Sachem Co., USA), glyceryl polymethacrylate and butylene glycol (creagel CG BG NP, CCW, France), ammonium acryloyldimethyltaurate/VP copolymer (aristoflex AVC, Clariant, Switzerland), xanthan gum (keltrol-F, C.P. Kelco, USA)를 사용하였다.

활성추출물(active extract)은 피부에 보습력을 향상해 줄 수 있는 수분/보습 원료로 감국추출물(*Chrysanthemum indicum* flower extract), 주름개선에 도움을 줄 수 있는 원료로 매죽나무가지/열매/잎추출물(*Styrax japonicus* branch/fruit/leaf extract), 삼백초추출물(*Saururus chinensis* extract) 및 으름덩굴추출물(*Akebia quinata* extract), 색소침착 방지 원료로 섬오갈피나무추출물(*Acanthopanax koreanum* extract), 매죽나무가지/열매/잎추출물(*Styrax japonicus* branch/fruit/leaf extract) 및 서양양채꽃추출물(*Brassica napus* flower extract), 민감성 피부용 원료로 으름덩굴추출물(*Akebia quinata* extract)과 익모초추출물(*Leonurus sibiricus* extract)은 Coseedbiopharm (Korea)으로부터 받아 사용하였다. 또한 제주조릿대추출물(*Sasa quelpaertensis* extract)은 The garden of natural solution (Korea)으로부터 받았다.

리포솜 제조에는 homo-mixer (T.K. auto homomixer mark II 2.5, Tokushukika, Japan)와 high-pressure homogenizer (nanodisperser, NLM1000, Ilshin autoclave, Korea)를 사용하였고, 에센스 제조에는 agi-mixer (overhead stirrer, SL 4000, Global Lab, Korea)를 사용하였다.

2.2. 리포솜 및 에센스의 제조

리포솜을 제조하기 위하여 hydrogenated lecithin (1.5%)을 포함하여 cholesterol (0.5%), caprylic/capric triglyceride (2.0%), tocopheryl acetate (0.2%), dimethicone (0.3%) 및 ethanol (8.0%)로 구성되는 유상(oil phase)과 allantoin (0.5%), glycerin (4.0%), butylene glycol (4.0%) 및 water (to 100%)를 포함하는 수상(water phase)을 각 70 ~ 75 $^{\circ}$ C로 가온하여 용해한 후 수상에 유상을 첨가하면서 homo-mixer로 3,000 rpm, 10 min 동안 유회시켜 1 차 리포솜을 제조한다. 제조된 1 차 리포솜을 40 ~ 45 $^{\circ}$ C에서 압력 1,000 bar, 통과 횟수 2 회 조건으로 고압유회 처리하여 최종 리포솜을 제조하였다[12].

에센스를 제조하기 위하여 butylene glycol (10.0%), glycerin (10.0%), 1,2-hexanediol (3.0%), niacinamide (8.0%), adenosine

(0.2%), betaine (8.0%), ethylhexylglycerin (0.3%), *Sasa queipaertensis* extract (0.5%), glyceryl polymethacrylate and butylene glycol (10.0%) 및 water (10.0%)를 포함하는 수상과 ammonium acryloyldimethyltaurate/VP copolymer (0.5%), xanthan gum (0.3%) 및 water (39.2%)를 포함하는 점증제상을 준비하였다. 수상은 40 ~ 60 °C로 가온하여 용해 및 분산시키고, 점증제상은 미리 agi-mixer를 이용하여 균일하게 분산시킨 후, 점증제상을 수상에 첨가하면서 agi-mixer로 충분히 교반하여 혼합하였다.

2.3. 리포솜 에센스의 제조

리포솜 에센스는 [2.2. 리포솜 및 에센스 제조]에서 제조한 리포솜 베이스를 에센스 베이스에 첨가하면서 agi-mixer로 혼합한 후, 활성추출물을 첨가하면서 agi-mixer로 10 min 동안 교반하여 혼합하였다(Table 1, Figure 1)

Table 1. Formula for Liposome Essence (unit: wt%)

Part	Ingredient	#1	#2	#3	#4
A	Liposome base	40.0	45.0	50.0	55.0
B	Essence base	36.0	37.0	38.0	39.0
C	Moisture ingredient	1.5	1.5	1.5	1.5
	Wrinkle improvement ingredient	1.5	1.5	1.5	1.5
	Anti-pigmentation ingredient	1.5	1.5	1.5	1.5
	Sensitive skin ingredient	1.5	1.5	1.5	1.5
	Water	18.0	12.0	6.0	-

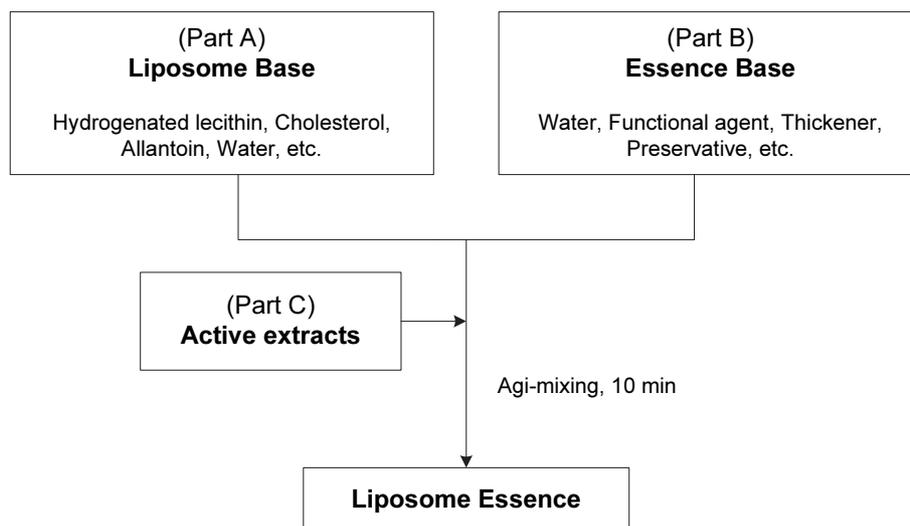


Figure 1. Manufacturing method of liposome essences contained active extracts.

2.4. 리포솜 에센스의 물성 평가

2.4.1. 제형 안정성 관능 평가

리포솜 에센스 4 종(#1 ~ #4)을 각각 실온(25 °C)과 항온(40 °C)에서 90 d 동안 보관하면서 일자별(1, 30, 60, 90 d)로 성상의 경시변화를 관찰하였다.

2.4.2. pH 측정

리포솜 에센스의 pH 측정을 위해 pH meter (orion star A111, Thermo scientific, USA)를 사용하였으며, pH 측정은 각각의 시료 2 g을 정제수 30 mL로 희석하여, 25 °C에서 pH meter로 3 번씩 반복 측정하였다(N = 3).

2.4.3. 휘발잔분 측정

휘발잔분은 시험품에서 계면활성제, 오일, 기능성 성분, 점증제, 일부 보습제 성분들이며, 휘발잔분량이 많을수록 피부에 사용 시 잔존감이 있어 보습효과가 있다고 생각한다. 따라서 리포솜 에센스의 휘발잔분량을 측정하기 위하여 적외선수분계(IR moisture determination balance, FD-720, Kett, Japan)를 사용하였다. 측정은 시료 약 0.6 g, 110 °C, bias < 0.01% 조건에서 진행하였다(N = 3).

2.4.4. 입자크기, 다분산지수 및 제타전위 측정

리포솜 에센스의 입자크기(particle size), 다분산지수(polydispersity index, PDI) 및 제타전위(zeta potential) 측정을 위해 dynamic light scattering 방식을 활용한 입도분석기(zetasizer nano ZS system, Malvern Instrument Ltd., UK)를

사용하였다. 이때 온도는 25 °C로 일정하게 유지되도록 하였으며 원액을 정제수로 1% 희석하여 측정하였다(N = 3)[12,13].

2.4.5. 점도 측정

리포좀 에센스의 점도 측정을 위해 점도계(DV-E viscometer, Brookfield, USA)와 스피들(helipath stand spindle, Brookfield, USA)을 사용하였다. 측정은 25 °C에서 일정하게 유지되도록 한 후에 T-F spindle (#96), 30 rpm, 1 min 조건에서 측정하였다(N = 3).

2.4.6. 터비스칸 측정

터비스칸은 NIR light source (880 nm)를 활용한 다중광산란기법을 이용하여 시료에 대한 backscattering과 transmission의 세기를 측정함으로써 다양한 제형에 대하여 희석하지 않고 실제 농도에서 일어날 수 있는 크리밍, 침강, 응집, 합일 현상에 의한 분산 안정성의 변화를 평가하는 장치이다[14-16]. 터비스칸(turbiscan LAB, Formulacion, France)을 이용하여 분석조건은 25 °C에서 1 h 간격으로 3 d 동안 주사(scans)하여 리포좀 에센스의 안정성을 측정하였다. 안정성의 척도는 turbiscan stability index (TSI)로 나타내며, TSI 수치가 작을수록 안정함을 나타낸다.

2.5. 사용성 만족도 평가

제품의 휘발잔분량에 차이를 두어 휘발잔분량이 적은 경우는 지성용 제품으로, 휘발잔분량이 상대적으로 많은 경우는 건성용으로 구분하였다. 이렇게 구분된 리포좀 에센스(사용성 만족도 평가 전에 임상시험기관으로부터 인체 피부일차자극시험 완료, SKINMEDIRB-SA-21N26-074 ~ 077)에 대하여 피부타입에 따른 사용성 만족도 평가를 위해 상대적으로 맞춤형화장품의 주요 고객인 20 ~ 60 대 여성 115 명 대상으로 사용성 품평을 진행하였다.

평가에 앞서 자신의 피부타입을 정확하게 알지 못하는 피시험자를 위하여 레슬리 바우만 박사의 피부타입 설문지[17,18] 중 [지성 vs. 건성] 설문지의 점수에 따라서 지성(oily), 약지성(중지성, neutral oily), 약건성(중건성, neutral dry), 건성(dry)의 4 가지의 피부타입으로 나눈 후에 각 피부타입에 해당하는 맞춤형화장품인 리포좀 에센스 시험품을 1 주 동안 얼굴 부위에 사용하게 한 후, 사용성 품평지를 작성하게 하였다.

사용성 품평지에는 제품을 사용할 때 점성(점도), 제품의

발림성, 제품을 사용한 후 보습감(촉촉함), 제품을 사용한 후 흡수감, 제품을 사용한 후 끈적임 없는 정도, 제품을 사용한 후 자극감 없는 정도, 제품을 사용한 후 전체적인 만족도의 7 가지 평가 항목으로 구성되어 있으며, 매우 좋음(6 점)에서 매우 안 좋음(1점)으로 점수를 주어 평가하도록 하였다.

2.6. 통계적 검증

모든 실험은 3 회 반복 측정하였고, 실험 결과를 평균 ± 표준편차로 나타내었다. 유의성은 student's *t*-test로 진행하였고, 유의성에 따라 **p* < 0.05, ***p* < 0.01로 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 리포좀 에센스의 물성 평가

3.1.1. 리포좀 에센스의 안정성 관능 평가

리포좀 에센스 4 종(#1 ~ #4)을 각각 실온(25 °C)과 항온(40 °C)에서 90 d 동안 보관하면서 일자별(1, 30, 60, 90 d)로 성상 경시변화를 관찰한 결과, 모두 미백색 ~ 미황색의 불투명 액상으로 백탁도에서 약간의 차이는 있어 보이나 모두 분리현상 없이 안정하였다(Figure 2).

3.1.2. pH 측정

리포좀 에센스 4종(#1 ~ #4)을 90 d 동안 보관하면서 일자별(1, 30, 60, 90 d)로 3 회씩 pH를 측정한 결과, pH는 6.3 ~ 6.6 범위로 측정되었으며 시간에 따른 큰 변화는 없었다(Figure 3).

3.1.3. 휘발잔분 측정

리포좀 에센스는 리포좀 베이스와 에센스 베이스 함량으로 구분하였으며, 리포좀 베이스와 에센스 베이스 함량이 증가하는 순으로(Table 1), 함량이 적은 경우는 #1로 선정하고 함량이 상대적으로 많은 경우는 #4로 선정하였다.

리포좀 에센스 4 종(#1 ~ #4)의 휘발잔분량은 16.0 ~ 22.0% 범위로 측정되었으며, 지성용 시험품인 #1은 17.86%, 건성용 시험품 #4는 20.51%로 측정되었다(Table 2).

3.1.4. 입자크기, 다분산지수 및 제타전위 측정

리포좀 에센스 4 종(#1 ~ #4)의 초기 입자크기는 165 ~ 175 nm 정도이며, #1 시험품에서 #4 시험품 방향으로, 즉, 리포좀 베이스 함량이 증가하는 순으로 입자크기가 좀 더 큰 편이나, 4% 정도의 범위 내로 측정되었다. 시간에 따른

(1 d)



(30 d)



(60 d)



(90 d)



Figure 2. Sensory evaluation of liposome essence #1 ~ #4 after 1, 30, 60, and 90 d at 25 °C and 40 °C.

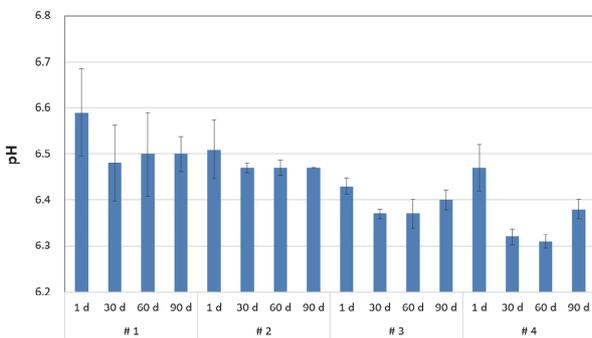


Figure 3. pH data of liposome essence #1 ~ #4 after 1, 30, 60, and 90 d at 25 °C (mean ± SD, N = 3).

입자크기는 모든 시험품에서 나타났으며, 역시 리포좀 베이스 함량이 증가하는 순으로 크게 증가하는 것으로 측정되어, 90 d 경과 후 #1 시험품의 경우 22.8% 증가, #2 시험품의 경우 26.2% 증가, #3 시험품의 경우 27.4% 증가, #4 시험품의 경우 31.5% 증가하는 것으로 나타났다.

리포좀 입자가 에센스 베이스 내에서 좀 더 swelling 혹은 입자의 합일 현상으로 인하여 입자크기의 증가는 예상되는 바이나, 최대 입자크기는 250 nm 정도로 안정도 상에는 특이점이 없는 것으로 보였다(Figure 4).

리포좀 에센스 4 중(#1 ~ #4)의 다분산지수는 0.23 ~ 0.26 범위로 평균 0.25로 측정되었다. 시간에 따른 입자크기는 다소 증가하는 경향을 보였으나, 리포좀 베이스 함량

Table 2. Volatile Residue for Liposome Essence

(unit: wt%)

	#1	#2	#3	#4
Volatile residue	17.86 ± 1.32	19.02 ± 1.04	19.54 ± 1.43	20.51 ± 1.41

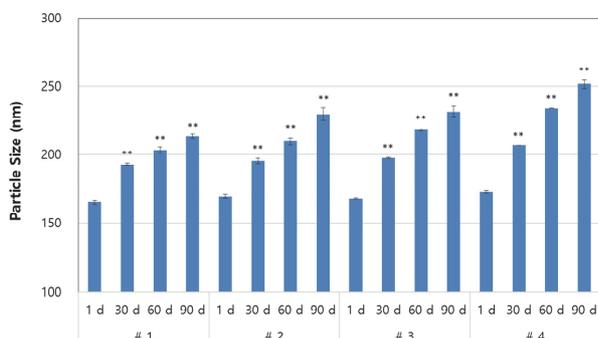


Figure 4. Particle size data of liposome essence #1 ~ #4 after 1, 30, 60, and 90 d at 25 °C. The results were expressed as the mean ± SD (N = 3), **p* < 0.05, ***p* < 0.01 compared with each 1 d data.

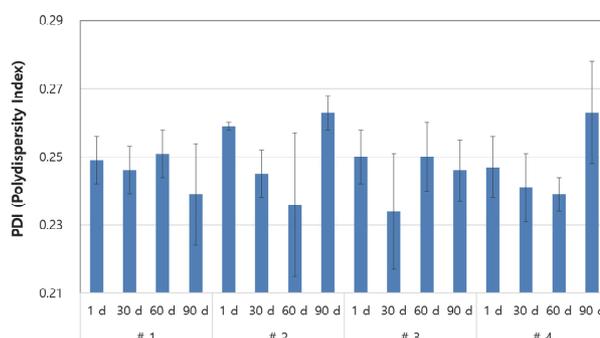


Figure 5. PDI data of liposome essence #1 ~ #4 after 1, 30, 60, and 90 d at 25 °C. The results were expressed as the mean ± SD (N = 3), **p* < 0.05, ***p* < 0.01 compared with each 1 d data.

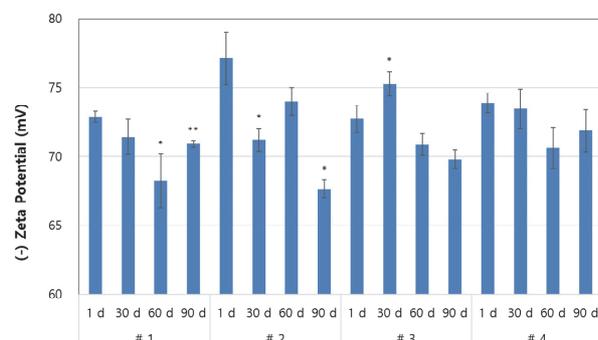


Figure 6. Zeta potential data of liposome essence #1 ~ #4 after 1, 30, 60, and 90 d at 25 °C. The results were expressed as the mean ± SD (N = 3), **p* < 0.05, ***p* < 0.01 compared with each 1 d data.

이 증가하더라도 다분산지수는 거의 일정한 것으로 나타났다(Figure 5). 평균 0.25 정도의 PDI 값으로 보아 리포솜 에센스의 입자는 안정한 상태의 단분산에 가까운 입도 분포를 보이는 것으로 확인하였다[19,20].

일반적으로 리포솜 유형의 제품과 같은 나노입자 크기의 분산액에 대한 분산 안정성을 향상시킬 때 물리적인 안정화뿐만 아니라 정전기적인 안정화가 중요하다. 따라서 나노입자 수준의 분산액에 대한 분산 안정성을 검증하는 방법으로 제타전위를 측정하는 방법이 사용되고 있다[21]. 제

타전위 절대값이 클수록 분산 콜로이드 입자 간의 반발력이 커져 콜로이드 상태가 안정하며, 일반적으로 안정한 범위의 제타전위 범위인 ± 30 mV 이상으로 알려져 있다[10].

리포솜 에센스 4 종(#1 ~ #4)의 초기 제타전위는 -74 ~ -72 mV로 양호한 값을 갖는 것으로 측정되었다. 리포솜 베이스 함량 증가함에 따른 제타전위의 차이는 거의 없는 것으로 보였다. 시간에 따른 제타전위 값은 절대값이 다소 감소하는 경향을 보였으나, 90 d 경과 후 #1 시험품의 경우 2.8% 감소, #2 시험품의 경우 14.0% 감소, #3 시험품의 경우 4.2% 감소, #4 시험품의 경우 2.8% 감소하는 것으로 나타났다. 리포솜 에센스 4 종은 90 d 경과 후에도 -65 mV 이상으로 측정되어 정전기적으로 안정함을 알 수 있었다(Figure 6).

3.1.5. 점도 측정

리포솜 에센스 4 종(#1 ~ #4)의 초기 점도는 #1 (2,580 cps), #2 (2,770 cps), #3 (3,010 cps), #4 (3,290 cps)로 리포솜 베이스 및 에센스 베이스 함량이 증가함에 따라 점도가 증가하였으며, 점도 증가는 리포솜 베이스보다는 점증제 성분의 함량 증가에 따른 것으로 보인다. 시간에 따른 점도 값은 다소 감소하는 경향을 보였다. 이는 리포솜 입자의 크기가 증가 혹은 일반 수용성 점증제 성분으로 점도를 띄게 한 제품의 특징으로 보이나, 리포솜 입자의 합입

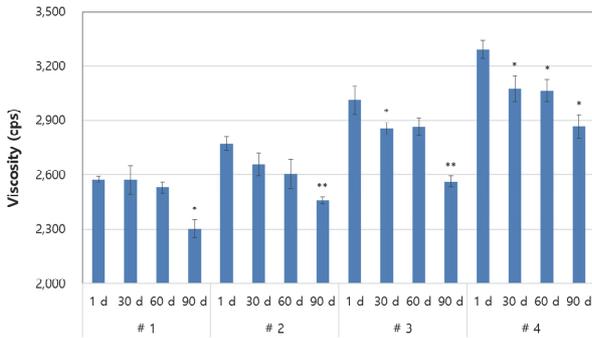


Figure 7. Viscosity data of liposome essence #1 ~ #4 after 1, 30, 60, and 90 d at 25 °C. The results were expressed as the mean ± SD (N = 3), **p* < 0.05, ***p* < 0.01 compared with each 1 d data.

보다는(PDI 값의 변화 없음) 수용성 점증제의 특징으로 보인다.

점도 감소 현상은 90 d 경과 후 #1 시험품의 경우 11.8% 감소, #2 시험품의 경우 12.7% 감소, #3 시험품의 경우 17.5% 감가, #4 시험품의 경우 14.9% 감소하는 것으로 나타났으며(Figure 7), 이와 같은 정도의 점도 감소는 다소 양호한 것으로 판단된다.

3.1.6. 터비스칸 측정

일반적으로 분산된 콜로이드 제형은 열역학적으로 불안정한 상태다. 즉, 시간이 지남에 따라 열역학적으로 안정한 상태인, 더는 변화하지 않는 평형상태에 이르는 과정을 거치게 된다. 터비스칸은 분산 제형에 NIR light를 수직으로 서 있는 시험품 내용물의 하층부터 상층까지 조사하여, 내용물의 투명도가 큰 시험품은 투과도를 측정, 내용물의 불투명도가 큰 시험품은 산란도를 측정한다.

리포솜 에센스 4 종은 불투명도가 있는 시험품으로 산란도를 측정하며, 시간에 따라 반복적으로(1 h 간격, 72 회) 조사하여 바로 전에 광 조사 시의 backscattering (BS) 정도($scan_{t-1}$ (h))와 현재 광 조사 시의 backscattering 정도($scan_t$ (h))와의 차이(ΔBS) 합을 전체 내용물의 높이(상층의 높이 - 하층의 높이)로 나눈 값으로 평가한다. 하층 및 상층이 아닌 중간 부위에서 전후 backscattering 정도의 차이가 크면 상대적으로 내용물이 불균일하게 응집 현상이 발생하고 있다고 보며, 이들 척도를 TSI로 나타내며 수치가 작을수록 안정함을 나타낸다.

리포솜 에센스 4 종(#1 ~ #4)의 TSI 값은 모두 1.0 이하로, 리포솜 베이스 함량 과 에센스 베이스 함량에 관계없

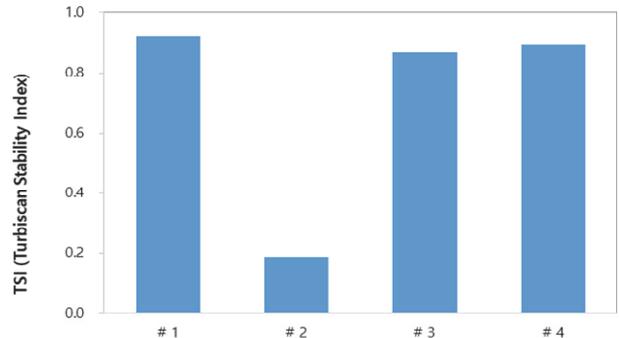


Figure 8. Turbiscan data of liposome essence #1 ~ #4 at 25 °C for 3 d at 1 h intervals.

이 분산 안정성이 양호한 것으로 나타났다(Figure 8).

3.2. 사용성 만족도 평가

3.2.1. 피부타입에 따른 전체적인 만족도 평가

피부타입에 따른 리포솜 에센스 4 종(#1 ~ #4)의 사용성 만족도를 평가하기 전, 피시험자에 대해 설문지(레슬리 바우만 박사의 피부타입 분류법)를 통해 4 가지 피부타입 (지성, 중지성, 중건성 및 건성 피부)으로 분류하였다. 각 피부타입에 해당하는 시험품 #1 (지성용) 25 명, 시험품 #2 (중지성용) 30 명, 시험품 #3 (중건성용) 30 명, 시험품 #4 (건성용) 30 명을 대상으로 만족도 평가를 진행하였다.

피부타입별로 시험품 사용 후 전체적인 만족도는 #1 (지성용)이 상대적으로 낮았으나, 모두 평균 4.8 점 이상으로서 긍정적으로 평가하였다. 전체 만족도 결과는 #2 (중지성용) > #3 (중건성용) > #4 (건성용) > #1 (지성용)의 순으로 평가되었다(Table 3).

3.2.2. 피부타입에 따른 항목별 평가

시험품 #1 (지성용)의 총 25 명 중 20 대 23 명, 30 대 1 명, 50 대 1 명이 품평에 응했으며, 평가 항목별 평균 점수를 Table 4에 나타내었다. 발림성, 보습감, 자극감 항목에서는 5 점 이상이었으며, 5 점 이하 항목에서는 점성이 약간 낮고, 흡수가 다소 느리며, 끈적임이 느껴진다는 의견이 있었다.

시험품 #2 (중지성용)의 총 30 명 중 20 대 19 명, 30 대 6 명, 40 대 3 명, 50 대 2 명이 품평에 응했으며, 평가 결과를 Table 4에 나타내었다. 점도, 발림성, 보습감, 흡수감, 자극감 항목에서는 5 점 이상이었으며, 5 점 이하 1 개 항목에서는 끈적임이 느껴진다는 의견이 있었다.

시험품 #3 (중건성용)의 총 30 명 중 10 대 1 명, 20 대

Table 3. Comparison of Overall Satisfaction Evaluation of Liposome Essence According to Skin Type

Skin type	Oily skin (#1)	Neutral oily skin (#2)	Neutral dry skin (#3)	Dry skin (#4)
Satisfaction	4.80 ± 1.04	5.33 ± 0.75	5.13 ± 0.95	5.03 ± 0.96

Table 4. Comparison of Satisfaction Evaluation by Item of Liposome Essence According to Skin Type

Skin type	Viscosity	Spreadability	Moisturizing	Absorption	Stickiness	Irritation
Oily skin (#1)	4.68 ± 1.03	5.56 ± 0.65	5.20 ± 0.76	4.72 ± 1.06	4.20 ± 1.58	5.24 ± 1.01
Neutral oily skin (#2)	5.20 ± 0.76	5.50 ± 0.63	5.43 ± 0.82	5.00 ± 0.95	4.67 ± 1.30	5.60 ± 0.67
Neutral dry skin (#3)	4.97 ± 0.89	5.27 ± 0.94	5.23 ± 0.73	5.00 ± 1.20	4.97 ± 1.33	5.43 ± 0.77
Dry skin (#4)	4.93 ± 1.01	5.10 ± 0.96	4.77 ± 0.94	4.70 ± 1.29	4.90 ± 0.92	5.60 ± 0.56

9 명, 30 대 4 명, 40 대 5 명, 50 대 7 명, 60 대 4 명이 폼 평에 응했으며, 평가 결과를 Table 4에 나타내었다. 발림성, 보습감, 흡수감, 자극감 항목에서는 5 점 이상이었으며, 5 점 이하는 점도 4.97 점, 끈적임 4.97 점으로 나타났다.

시험품 #4 (건성용)의 총 30 명 중 20 대 12 명, 30 대 4 명, 40 대 1 명, 50 대 9 명, 60 대 4 명이 폼평에 응했으며, 평가 결과를 Table 4에 나타내었다. 발림성, 자극감 항목에서는 5 점 이상이었으며, 5 점 이하는 점도 4.93 점, 보습감 4.77 점, 흡수감 4.70 점, 끈적임 4.90 점으로 나타났다. 건성용 평가로 다른 피부타입의 평가에서보다 보습감이 다소 낮게 평가되었다.

전체적으로 끈적임 평가에서 상대적 낮은 평가를 받아 향후 좀 더 개선할 여지가 있으며, 시험품 #1 (지성용)에서도 전체적인 만족도(Table 3)이 낮은 이유는 점도 외에도 끈적임 평가 점수가 가장 낮은 데서 기인한 것으로 보인다.

4. 결 론

본 연구에서는 맞춤형화장품 베이스로 리포솜 제형과 에센스 제형의 비율을 달리함으로써 피부타입에 대응한 리포솜 에센스 4 종을 제조하였다.

리포솜 에센스 4 종은 피부보습과 관련한 휘발잔분량에 차이를 보였으며, 초기 입자크기는 165 ~ 175 nm 정도이며, 90 d 경과 후 최대 31.5% 증가한 250 nm 정도이며, 안정도 상에는 특이점이 없었다. 다분산지수는 전체적으로 0.22 ~ 0.26 범위로, 시간에 따른 입자크기는 다소 증가하는 경향을 보였으나 다분산지수는 거의 일정한 것으로 나타나, 리포솜 에센스의 입자는 안정한 상태의 단분산에 가

까운 입도 분포를 보이는 것으로 확인하였다. 정전기적인 안정성의 한 척도인 제타전위는 초기에 -74 ~ -72 mV로 모두 양호한 값을 나타내었다. 또한 점도는 전체적으로 2,300 ~ 3,200 cps를 나타냈으며, 에센스 베이스 함량이 많은 리포솜 에센스 #4의 경우 가장 점도가 높았으며, 시간에 따라 점도가 감소하는 현상을 보이며, 90 d 경과 후 최대 17.5% (#3) 감소했다. 분산된 콜로이드 제형의 안정성을 평가할 수 있는 터비스칸 측정에서는 TSI 값은 모두 1.0 이하로 리포솜 베이스 함량 및 에센스 베이스 함량과 관계없이 분산 안정성이 양호한 것으로 판단되었다.

피부타입에 대응한 리포솜 에센스 4 종의 간이 사용성 만족도 평가를 진행하였다. 평가는 제품을 사용할 때 점성(점도), 제품의 발림성, 제품을 사용한 후 보습감(촉촉함), 제품을 사용한 후 흡수감, 제품을 사용한 후 끈적임 없는 정도, 제품을 사용한 후 자극감 없는 정도, 제품을 사용한 후 전체적인 만족도의 7 가지 항목에 대해 매우 좋음(6 점)에서 매우 안 좋음(1 점)으로 6 점법으로 하였다. 결과 제품 사용 후 전체적인 만족도는 리포솜 에센스 #1 (지성용)은 4.80 ± 1.04 점, #2 (중지성용)은 5.33 ± 0.75 점, #3 (중건성용)은 5.13 ± 0.95 점, #4 (건성용)은 5.03 ± 0.96 점으로 #2 (중지성용) > #3 (중건성용) > #4 (건성용) > #1 (지성용)의 순으로 평가되었다. 상대적으로 #1 (지성용)의 만족도가 낮았으나, 모두 평균 4.8 점 이상으로서 긍정적으로 평가되었다. 다만 끈적임 측면은 향후 개선할 필요가 있는 것으로 사료된다.

리포솜 제형과 에센스 제형의 비율을 달리한 피부타입 대응 리포솜 에센스 4 종은 향후 피부타입에 따른 맞춤형 화장품 베이스로서 적용 가능성을 확인하였으며, 확장 가능성도 기대된다.

Acknowledgement

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “지역혁신클러스터육성(R&D, P0015299)”사업의 지원을 받아 수행된 연구결과임.

References

1. E. J. Go, Competition in the global beauty industry is changing, *LGERI*, 1 (2017).
2. Y. S. Jung, 57% of 1040 women “need customized cosmetics”, *CosMoring*, (2016).
3. K. H. Yoon, The keyword for cosmetics trend in 2021 is ‘Clean (C.L.E.A.N)’, *JoongAng Ilbo*, (2020).
4. K. S. Yoon, In the era of customized consumption, the center shifted to customized cosmetics, *K. Beauty Sci.*, 2, 30 (2019).
5. J. Baek, 2019 Skin characteristics bank construction business report by country: skin measurement result report, eds. Y. Lim, J. Kim, and S. Yang, 1, KCII, Gyeonggi-do (2019).
6. K. S. Yoon, *Cosmetology*, G. B. Jo, 22, Kuminsa, Seoul (2021).
7. I. S. Seo, K-beauty’s new growth engine, the status and development trend of personalized cosmetics, *K. Beauty Sci.*, 9, 72 (2019).
8. Korea, Patent 10-2020-0107033 (2020).
9. G. Betz, A. Aeppli, N. Menshutina, and H. Leuenberger, *In vivo* comparison of various liposome formulations for cosmetic application, *Int. J. Pharm.*, 296, 44 (2005).
10. E. J. An, C. K. Kang, J. W. Kim, and B. S. Jin, Lipid-based vesicles as transdermal delivery system, *KIC News*, 13(4), 24 (2010).
11. Y. P. Patil and S. Jadhav, Novel methods for liposome preparation, *Chem. Phys. Lipids*, 177, 8 (2014).
12. S. J. Yang, T. Y. Kim, C. M. Lee, K. S. Lee, and K. S. Yoon, Study on the stability of biotin-containing nano-liposome, *J. Soc. Cosmet. Sci. Korea*, 46(2), 133 (2020).
13. T. I. Hyeon and K. S. Yoon, Skin absorption and physical property of ceramide-added ethosome, *Journal of the Korean Applied Science and Technology*, 38(3), 801 (2021).
14. Y. J. Kang, J. I. Kim, S. Y. Son, Y. A. Park, and H. G. Ji, The formation and stabilization of niosome with various surfactants, *J. Korean Soc. Cosmetol.*, 6, 97 (2019).
15. C. Celia, E. Trapasso, D. Cosco, D. Paolino, and M. Fresta, Turbiscan lab expert analysis of the stability of ethosomes and ultradeformable liposomes containing a bilayer fluidizing agent, *Colloids Surf. B Biointerfaces*, 72(1), 155 (2009).
16. A. Ruyra, M. Cano-Sarabia, S. A. MacKenzie, D. Maspoeh, and N. Roher, A novel liposome-based nanocarrier loaded with an LPS-dsRNA cocktail for fish innate immune system stimulation, *PLoS One*, 8(10), 1 (2013).
17. L. S. Baumann, *The skin type solution*, ed. P. Rappaport, 1, Bantam Dell, New York (2006).
18. J. Y. Choi, Y. J. Choi, J. H. Nam, H. J. Jung, G. Y. Lee, and W. S. Kim, Identifying skin type using the Baumann skin type questionnaire in Korea women who visited a dermatologic clinic, *Korean J. Dermatol.*, 54(6), 422 (2016).
19. J. Lee, G. Y. Chi, and J. Lim, Effect of fatty acid on the membrane fluidity of liposomes, *Appl. Chem. Eng.*, 28(2), 177 (2017).
20. E. Yilmaz and H. H. Borchert, Design of a phytosphingosine-containing, positively-charged nanoemulsion as a colloidal carrier system for dermal application of ceramides, *Eur. J. Pharm. Biopharm.*, 60(1), 91 (2005).
21. Y. P. Patil and S. Jadhav, Novel methods for liposome preparation, *Chem. Phys. Lipids*, 177(1), 8 (2014).