

## 셸락/젤라틴을 함유한 저자극 · 친환경 매니큐어의 개발

심하은 · 노대영 · 김지민 · 김도연 · 남명석\* · 김동욱†

인제대학교 제약공학과  
50834 경상남도 김해시 인제로 197  
\*문교화학  
50931 경상남도 김해시 김해대로2575번길 33  
(2018년 11월 6일 접수, 2018년 11월 28일 수정본 접수, 2018년 11월 30일 채택)

## Development of Low Irritative, Eco-friendly Nail Polish Including Shellac/gelatin

Haeun Shim, Daeyoung Noh, Jimin Kim, Doyeon Kim, Myungsuk Nam\* and Donguk Kim†

Department of Pharmaceutical Engineering, Inje University, 197, Inje-ro, Gimhae-si, Gyeongsangnam-do, 50834, Korea  
\*Mungyo, 33, Gimhae-daero 2575 beon-gil, 33, Gimhae-daero 2575beon-gil, Gimhae-si, Gyeongsangnam-do, 50931, Korea  
(Received 6 November 2018; Received in revised form 28 November 2018; accepted 30 November 2018)

### 요 약

매니큐어는 손톱을 아름답게 꾸미기 위해 사용하는 색조화장품이지만 그 구성성분은 유해성분이 상당히 포함되어 있다. 매니큐어는 일반적으로 피막형성제, 색소, 용제, 계면활성제 및 침전방지제 등으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 유해성 성분을 저자극, 친환경적인 성분으로 대체하여 4종의 매니큐어를 제조하고, 매니큐어로서 효력 비교실험과 안전성 및 안정성 시험을 실시하였다. 효력비교실험에서 셸락/젤라틴 매니큐어 조성물(No. 4)이 내수성 및 적당한 강도를 지니면서 건조시간이 2분 내외로 대조군(4분 내외)보다 우수하고 악취도 개선되어, 피막형성제로서 가장 우수한 특성을 보여주었다. 또한 셸락/젤라틴 매니큐어 조성물의 세포독성시험 결과, 1,000 µg/mL 농도에서 70% 이상의 세포 생존율로 시판되고 있는 매니큐어(50% 세포생존율)보다 독성이 낮았다. 4주간 온도 안정성 시험에서 저온에서는 색상의 변화가 없었으나, 상온과 고온에서 외관상변화 및 점도변화가 관찰되어 추후 제형의 개선이 필요한 것으로 생각된다.

**Abstract** – Nail polish is used to decorate nail beautifully however, it contains lots of toxic materials. Generally, Nail polish consists of film-forming agent, colorant, solvent, surfactant and stabilizer. In this study, to replace toxic chemicals to low irritative, eco-friendly ingredients, we prepared 4 kinds of nail polish and tested safety, stability and performance. Nail polish including shellac/gelatin showed best performance in water-resistance, friability and drying time. When cell toxicity test is done by MTT assay, shellac-gelatin nail polish showed over 70% cell viability at 1,000 µg/mL whereas control nail polish in market showed 50% cell viability. At 4 weeks temperature stability test, color was stable at low temperature however it needs formulation improvement at higher temperature.

Key words: Nail polish, Shellac, Gelatin, Safety test, Stability test, Performance test

### 1. 서 론

매니큐어(Nail polish)란 손톱을 아름답게 꾸미기 위해 사용하는 화장품 및 그 행위를 뜻하며 네일바니쉬, 네일에나멜, 네일라커 라고도 불린다[1]. 조금의 관리로 극적인 효과를 볼 수 있어 현대 여성들의 소소한 사치로 그 영향력은 점점 커지고 있다. 그러나 이런 아름다움의 대가라고 할 수 있는 부작용과 환경유해성 또한 갈수록 문제가 재조명되고 있다[2-6].

†To whom correspondence should be addressed.

E-mail: pedkim@inje.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

매니큐어는 손톱 위에 강하고 탄력 있는 피막을 형성하는 피막제(Film-forming agent), 피막이 찢어지지 않게 유연성을 높여주는 가소제(Plasticizer), 원하는 색을 내기 위한 색소(Colorant), 점도와 건조속도를 조절하여 발림성을 증가시키는 용제(Solvent), 균일한 조성 과 상태를 유지하기 위한 계면활성제(Surfactant)와 안정화제(Stabilizer) 등으로 이루어져 있다[7,8].

특히 가장 많이 사용되는 피막제인 니트로셀룰로오스(Nitrocellulose)는 가연성 물질로 제조공정의 위험을 부과할 뿐만 아니라 가용용매로 톨루엔, 포름알데히드, 에틸 아세테이트 등 알레르기, 호흡기질환, 암 등을 유발하는 유기용매가 사용된다[9,10]. 이러한 성분들은 한국환경보건학회(2015.02.)에 따르면 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOC)로 분류되어 시술자와 사용자, 그리고

환경까지 위협하게 한다. 따라서 니트로셀룰로오스 함량을 줄이거나 전적으로 대체할 수 있는 대안들이 탐구되고 있다.

셀락은 주로 인도와 태국에 서식하는 락각지벌레(*Laccifer lacca*)의 분비물을 정제하여 얻어지는 접착성의 천연수지로, 식품 및 제약 산업에서 피막제, 수분증발차단제, 장용성 코팅제 등으로 사용되고 있다[11-13]. 또한 알코올에 용해되는 특성을 지니고 있어 에탄올, 이소프로필알코올 등과 같은 화장품 산업에서 사용가능한 용매에 가용할 수 있는 장점을 가진다. 따라서 본 연구에서는 니트로셀룰로오스와 유해한 가용용매를 친환경 피막제인 셀락과 저자극 용매로 대체하여 저자극 친환경 매니큐어를 개발하고자 하였다.

## 2. 재료 및 실험방법

### 2-1. 기기 및 시약

에틸셀룰로오스(Ethyl cellulose)와 키토산(Chitosan), 젤라틴(Gelatin)은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 이용하였다. 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol, PVA) 1500은 대정화금(South Korea)에서, 셀락(shellac)은 Avention (Concord, MA, USA)에서 구입하였다. 에탄올(Ethanol)과 아세트산(Acetic acid)은 덕산약품공업(South Korea)에서, 이소프로필 알코올(Isopropyl alcohol, IPA)은 Merck Millipore (Burlington, MA, USA)에서 구입하였다.

### 2-2. 저자극 · 친환경 매니큐어 소재

4종의 저자극 · 친환경 매니큐어를 제조하였다. 각 소재는 상온에서 건조되면서 피막을 형성할 수 있는 물질들로 선택하였으며, 각 성상에 맞게 용해한 후 매니큐어의 형태로 제조하였다. 각 매니큐어의 구성성분과 역할은 Table 1에 나타내었다. No. 1은 에탄올에 에틸셀룰로오스(5 w/v%)를 용해시킨 후, 글리세린(1 w/v%)과 색소(5 w/v%)를 첨가하여 제조하였다. No. 2는 0.1 M 아세트산에 폴리에틸렌글리콜(Polyethylene glycol, PEG) 600 (1 w/v%)과 글리세린(3 w/v%), PVA1500 (15 w/v%)을 혼합하여 PVA1500 용액을 준비한 후, PVA1500 용액 : 에탄올 = 14 : 5 비율이 되도록 에탄올을 교반하면서 천천히 첨가하였으며, 색소는 총량의 5 w/w% 비율로 첨가하여 매니큐어를 제조하였다.

No. 3는 0.1 M 아세트산에 PEG600 (0.8 w/v%)과 글리세린(2.2 w/v%), PVA1500 (14 w/v%)을 혼합하여 PVA1500 용액을 준비하였으며, 5% 아세트산에 키토산(2 w/v%)을 용해시켜 키토산 용액을 제조하였다. PVA1500 용액 : 키토산 용액 : IPA = 13 : 3 : 3 비율이 되도록 섞으며, 이소프로필 알코올은 교반하면서 천천히 첨가하고, 색소는 총량의 5 w/w% 비율로 첨가하여 매니큐어를 제조하였다. No. 4는 에탄올에 셀락(25 w/w%)을 용해시켜 셀락 용액을 준비하고, 정제수에 젤라틴(5 w/v%)을 용해시켜 젤라틴 용액을 제조하였다. 셀락 용액 : 젤라틴 용액 = 9 : 1 비율로 혼합하며, 색소는

총량의 5 w/w% 비율로 첨가하여 매니큐어를 제조하였다. 매니큐어 조성물에 첨가한 색소는 무기안료인 청색산화철(Oxide ultramarine blue)을 공통적으로 사용하였다.

### 2-3. 매니큐어로서 효력 비교실험

매니큐어는 손톱에 바르기에 적당한 점도를 지니고 균일하게 발리며, 짧은 시간에 건조되어야 한다. 또한, 물에 씻기지 않고 오랫동안 유지할 수 있는 강도를 지녀야 한다. 4가지 후보군에 대하여 매니큐어로서 적합한지 알아보기 위해 점도, 균일성, 건조시간, 내수성, 마모성에 대해 비교실험을 진행하였으며, 기존의 매니큐어의 문제점이었던 악취도 개선되었는지 평가하였다. 색소 화장품은 정해진 법규나 기준 및 시험방법 또는 명확한 평가방법이 없기 때문에 자체 평가를 실시하였다. 대조군(Control)은 시중에 판매되고 있는 제품으로, ㈜이니스프리(South Korea)에서 구입하여 사용하였다.

점도는 Brookfield 점도계(DV-1, USA)로 S62 spindle을 이용하여 30 rpm 속도에서 30초간 측정하였다. 균일성은 아크릴판에 매니큐어 브러쉬를 이용하여 매니큐어를 5 cm × 5 cm 면적으로 도포하여 건조시킨 후, 임의의 10군데의 두께를 Mitutoyo Digital Caliper (500-196-20, Japan)로 측정하였다. 결과 값은 평균과 편차로 계산하며 편차 값이 작을수록 균일하게 도포되었다고 판단하였다. 건조시간은 동일한 크기의 인조손톱 10개에 매니큐어를 도포한 후, 2분 간격으로 인조손톱을 하나씩 만졌을 때 인조손톱에 지문을 남기지 않는 시간을 측정하였다.

내수성은 6개의 인조손톱에 매니큐어를 도포하고 건조시킨 후, 흐르는 물에 흘려보냈을 때 씻겨나가는 시간을 측정하였다. 5분 동안 매니큐어의 상태변화가 없으면 내수성이 있다고 판단하였다. 마모성은 매니큐어로서 적당한 강도를 지니는지를 비교하기 위해 마손도 시험법을 변형하여 평가하였다[14]. 각 10개의 인조손톱에 매니큐어를 도포하고 건조시킨 후, 마손도 시험기(WKTF-25 friabilator, South Korea)에 넣어 100회 회전시켰을 때 흠집이 난 정도를 0~5 점으로 점수를 부여하여 평가하였다. 악취는 매니큐어 특유의 악취가 개선되었는지를 비교하기 위해 인조손톱에 매니큐어를 도포할 때 맡아지는 악취의 정도를 평가하였다(양호: ++, 보통: +, 불량: -).

### 2-4. 안전성 시험(Safety test)

효력 비교실험에서 가장 우수한 특성을 보여주었던 No. 4 매니큐어 조성물의 화장품 소재로서 안전성을 평가하기 위해, in vitro 시험법 중 세포독성 시험으로 MTT (3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-Diphenyl-tetrazolium Bromide) assay를 수행하였다[15,16]. EZ-Cytox 시약은 Dozen Bio (Seoul, South Korea)에서 구입하였다. B16F10 cell(한국세포주은행) 배양액을 1×10<sup>4</sup> cells/well씩 96-well plate에 분주하여 24시간동안 37 °C, 5% CO<sub>2</sub> incubator (sanyo, Japan)에서 배양하고, 다양한 농도(100~1000 µg/mL)의 시험물질이 첨가된 새 배지로 교체한 후 다시 24시간동안 배양하였다. 매니큐어의 색소가 결과 값

Table 1. Composition of 4 types nail polish

	No.1	No.2	No.3	No.4
Solvent	Ethanol	Acetic acid, Purified Water Ethanol	Acetic acid, Purified Water IPA	Ethanol, Purified Water
Film-forming agent	Ethyl cellulose	PVA 1500	PVA 1500, Chitosan	Shellac, Gelatin
Surfactant	-	PEG 600	PEG 600	-
Plasticizer	Glycerin	Glycerin	Glycerin	-
Colorant	Oxide ultramarine blue			

에 영향 미치는 것을 방지하기 위해 PBS로 세척하고 새 배지로 교체한 후, EZ-Cytox 시약을 10  $\mu$ L/well씩 첨가하였다. 1시간 동안 incubator에서 반응시킨 후, 상층액 100  $\mu$ L를 취해 ELISA reader (SYNERGY HTX, BioTek, USA)를 이용하여 450 nm에서 흡광도를 측정하였다. 세포생존율(Cell viability)은 아래 식으로 계산하였다.

$$\text{세포생존율(\%)} = [(\text{Exp-Blank})/(\text{Control})] \times 100$$

## 2-5. 안정성 시험(Stability test)

효력 비교실험에서 가장 우수한 특성을 보여주었던 No. 4 매니

큐어 조성물의 안정성 평가는 적절한 제형(Table 2)으로의 개발단계를 거친 후, 3가지(4  $^{\circ}$ C, 25  $^{\circ}$ C, 40  $^{\circ}$ C)의 온도조건에서 4주 동안 보관하면서 점도 변화, 외관상 변화, 발림성 변화 등을 관찰하였다.

점도의 변화는 Brookfield 점도계(DV-1, USA)로, S62 spindle를 이용하여 30 rpm 속도에서 30초간 측정하였다. 외관상의 변화는 용기에 담긴 매니큐어의 층분리, 침전물 유무 등을 육안으로 관찰하였다. 발림성의 변화는 인조손톱에 도포하고 건조시킨 후 핀홀현상 유무, 색변화 등을 육안으로 관찰하였다. 모든 실험은 3번씩 반복되었으며, 평균값으로 계산되었다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3-1. 매니큐어로서 효력 비교실험

피막형성제를 달리한 4가지 매니큐어 조성물의 약취와 점도(Table 3), 건조시간(Table 4), 내수성(Table 5), 마모성(Table 6)에 대한 실험결과는 다음과 같다. No.1 매니큐어 조성물은 약취가 개선되었고 적당한 점도를 가졌으며, 건조시간 측면에서 대조군(4분 내외)보다 우수(2분 내외) 하였으며, 내수성도 지니고 있었다. 하지만 마손도 시험 후 흠집이 다소 관찰되어 매니큐어로서 적당한 강

Table 2. Formulation of No.4 nail polish

Function	Component
Solvent	Ethanol, Purified Water
Film-forming agent	Shellac, Gelatin
Surfactant	Sclerotium gum PEG 600
Stabilizer	Citric acid
Plasticizer	Polyvinyl alcohol
Anti-foaming agent	Dimethicone
Preservative	Propylene glycol
Colorant	Oxide ultramarine blue, Black No.401 (tar color)

Table 3. Odor and viscosity for 4 types nail polish

	Control	No.1	No.2	No.3	No.4
Odor	-	++	+	+	++
Viscosity	544.0 cp	216.0 cp	1218.0 cp	1137.0 cp	215.0 cp

Table 4. Drying time for 4 types nail polish



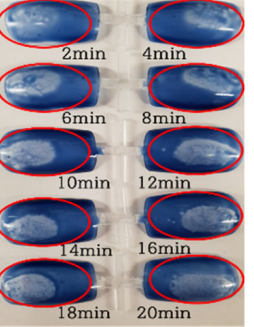


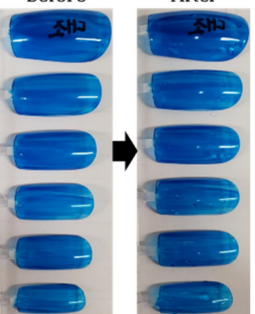
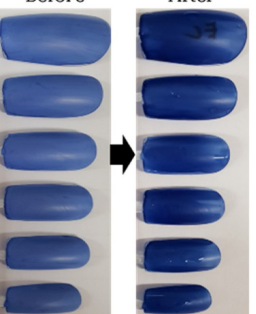
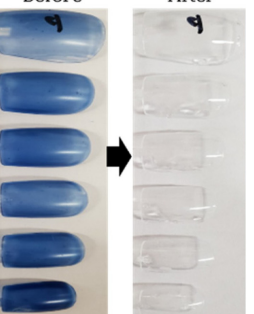

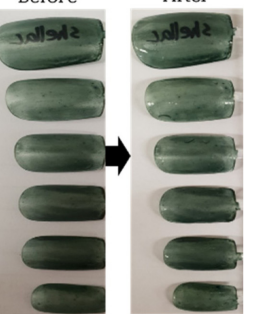
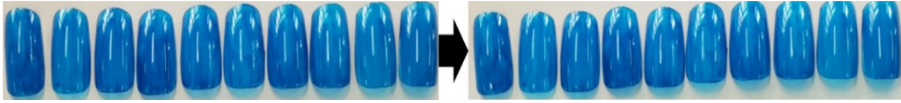

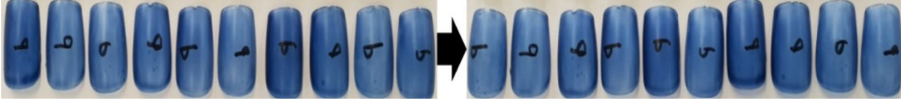
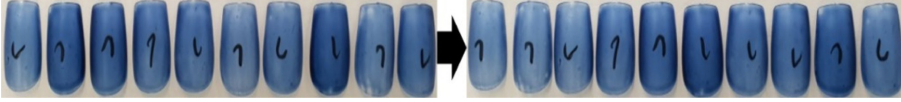

Control	No.1	No.2	No.3	No.4
				
4 min	2 min	Over 20 min	Over 20 min	2 min

Table 5. Water resistance for 4 types nail polish

Control	No.1	No.2	No.3	No.4
				
5 min	5 min	30 sec	1 min	5 min

**Table 6. Friability for 4 types nail polish**

	Before → After	Score
Control		0
No.1		2
No.2		0
No.3		0
No.4		0

도를 가지지 못하므로 No. 1 조성물은 매니큐어로써 적합하지 않다고 판단하였다.

No. 2와 No. 3 매니큐어 조성물은 용매로 사용한 아세트산 특유의 악취가 심하였고, 대조군(544.0 cP)보다 2배가량(1218.0 / 1137.0 cP) 점도가 높았다. 점도가 너무 높으면 손톱에 바르기 힘들 뿐 아니라 점도를 낮추기 위해 피막형성제의 함량을 낮출 경우 피막이 형성되지 않을 가능성이 있었다. 또한 건조시간이 20분 이상 소요되었으며 물에 1분 내외로 씻겨나가 내수성이 없었다. 마손도 시험 후 흠집은 관찰되지 않았다. 따라서 No. 2와 No. 3 조성물 또한 매니큐어로써 적합하지 않았다.

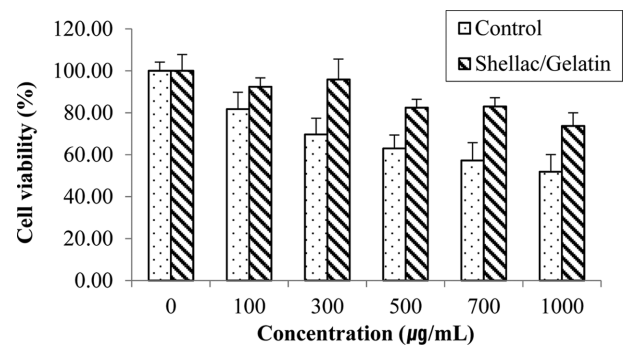
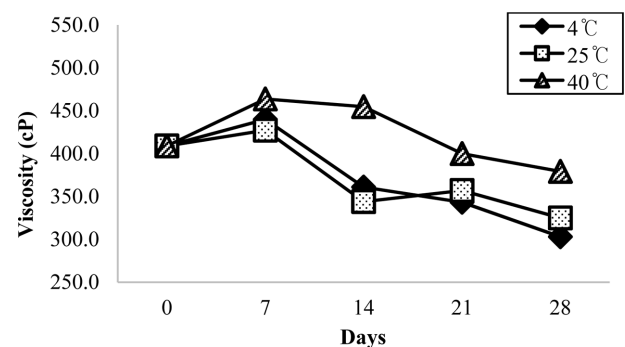
마지막으로 No. 4 매니큐어 조성물은 악취가 개선되었고 점도가 다소 낮으나 점증제를 추가하여 보완할 수 있으며, 건조시간이 2분 내외로 대조군(4분 내외)보다 우수하였다. 또한 매니큐어로서 내수성 및 적당한 강도를 지녔다. 따라서 No. 4 매니큐어 조성물이 4가지 후보군 중 가장 우수한 것으로 판단하였다.

### 3-2. 안전성 시험(Safety test)

본 실험에서 시험군은 효력 비교실험에서 가장 우수한 특성을 보여주었던 No. 4 매니큐어 조성물을, 대조군으로는 시판되고 있는 매니큐어를 사용하였다. 각 시험물질을 0~1000 µg/mL의 농도로 희석하여 세포독성을 시험한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 대조군(이니스프리)과 No. 4 매니큐어 조성물 모두 농도 의존적으로 세포 생존율이 감소하는 경향을 보여주었다. 그러나 대조군은 1,000 µg/mL 농도에서 대략 50%의 세포생존율을 보여준 반면에 No. 4 매니큐어 조성물은 70% 이상의 세포생존율을 보여주었다. 따라서 No. 4 매니큐어 조성물은 시판되고 있는 매니큐어보다 세포독성이 낮았다.

### 3-3. 안정성 시험 (Stability test)

본 실험은 효력 비교실험에서 가장 우수한 특성을 보여주었던 No. 4 매니큐어 조성물에 대해서 온도 안정성 시험을 실시하였으며, 그 결과는 Fig. 2와 Table 7, Table 8에 나타내었다. 점도에 대하여 (Fig. 2) 시간의 경과에 따라 점차 점도가 감소하는 것으로 관찰되


**Fig. 1. Cytotoxicity of No. 4 nail polish.**

**Fig. 2. Stability of No.4 nail polish.**

었으며 특히, 7일 이후로 급격히 점도가 감소하였다. 40 °C에서 보관한 시험군은 감소폭이 다소 완만하였다.

외관상(Table 7) 및 발림성(Table 8)에 대하여 층분리 및 침전물, 핀홀 등의 현상은 관찰되지 않았으나, 점도 변화와 마찬가지로 시간이 지남에 따라 색변화가 관찰되었다. 특히 고온 일수록 청색에서 황색으로의 색변화가 빠르게 나타났다. 색소로 사용한 청색산화철은  $\text{Na}_{8-x}[\text{SiAlO}_4]_6 \cdot [\text{S}_2, \text{S}_3, \text{SO}_4, \text{Cl}]_{2-x}$ 를 일반식으로 나트륨 양이온과 음이온, 황을 기반으로 구성되어 있으며, 칼륨 이온의 존재 하

Table 7. Appearance of No.4 nail polish



















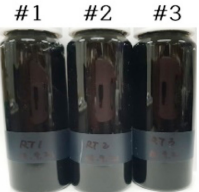


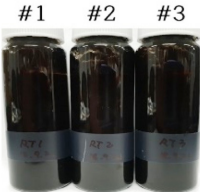


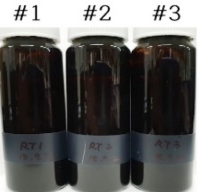


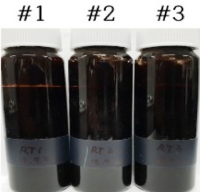
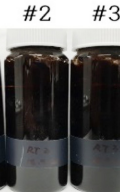




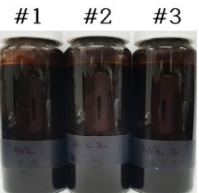


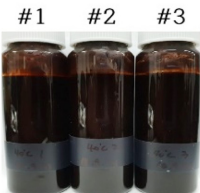


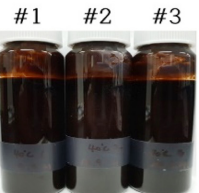


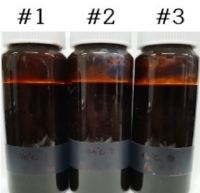


	0 day			7 days			14 days			21 days			28 days		
	#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3	#1	#2	#3
4 °C															
25 °C															
40 °C															

Table 8. Texture of No.4 nail polish

	0 day			7 days			14 days			21 days			28 days		
4 °C	#1 	#2 	#3 	#1 	#2 	#3 	#1 	#2 	#3 	#1 	#2 	#3 	#1 	#2 	#3 
25 °C	#1 	#2 	#3 	#1 	#2 	#3 	#1 	#2 	#3 	#1 	#2 	#3 	#1 	#2 	#3 
40 °C	#1 	#2 	#3 	#1 	#2 	#3 	#1 	#2 	#3 	#1 	#2 	#3 	#1 	#2 	#3 

에서 붉은 색으로 변화될 가능성이 높다고 밝혀져 있다. 따라서 색 변화는 매니큐어 조성물에 존재하는 칼륨 이온에 의해 청색산화철의 나트륨 이온교환 반응 및 황 치환 반응의 결과로 추측된다[17-19]. 또한 PEG와 같은 가소제의 부족도 낮은 안정성에 영향을 미쳤을

것으로 생각된다[20,21]. 추후 보다 개선된 저자극 친환경 매니큐어를 개발하기 위해서는 색소와의 배합적합성, PEG의 종류와 함량에 따른 안정성 변화에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 유해성 성분을 저자극, 친환경적인 성분으로 대체하여 4종의 매니큐어를 제조하고, 매니큐어로서 효력 비교실험과 안전성 및 안정성 시험을 진행하여 색조화장품으로서 개발 가능성을 탐색하였다. 효력비교실험에서 셀락/젤라틴 매니큐어 조성물(No. 4)이 내수성 및 적당한 강도를 지니면서 건조시간이 2분 내외로 대조군(4분 내외)보다 우수하고 악취도 개선되어, 피막형성제로서 가장 우수한 특성을 보여주었다. 또한 셀락/젤라틴 매니큐어 조성물의 세포독성시험 결과, 1,000 µg/mL 농도에서 70% 이상의 세포생존율로 시판되고 있는 매니큐어(50% 세포생존율)보다 독성이 낮았다. 4주간 온도 안정성 시험에서 저온에서는 색상의 변화가 없었으나, 상온과 고온에서 외관상변화 및 점도변화가 관찰되어 상업화를 위해서 추후 제형의 개선이 필요한 것으로 생각된다.

## 감 사

본 연구는 2017년 산학연협력 기술개발사업과 2018년 WISSET의 지원으로 수행되었습니다.

## References

- Moossavi, M. and Scher, R. K., "Nail Care Products," *Clinics in Dermatology*, **19**(4), 445-448(2001).
- Rieder, E. A. and Tosti, A., "Cosmetically Induced Disorders of the Nail with Update on Contemporary Nail Manicures," *The Journal of clinical and aesthetic dermatology*, **9**(4), 39-44(2016).
- Uter, W. and Geier, J., "Contact Allergy to Acrylates and Methacrylates in Consumers and Nail Artists - Data of the Information Network of Departments of Dermatology, 2004-2013," *Contact dermatitis*, **72**(4), 224-228(2015).
- Choi, S., Park, S. A., Yoon, C. and Kim, S., "Task-Specific Hazardous Chemicals Used by Nail Shop Technicians," *J. Korean Soc. Occup. Environ. Hyg.*, **25**(4), 446-464(2015).
- Lee, J. W., Chun, J. Y. and Kim, J. H., "A Research on the Awareness of Hazardous Ingredients Actual Usage of Nail Cosmetic among 20~40th Women," *Journal of Korean Beauty Society*, **20**(6), 1068-1075(2014).
- Yang, J. H. and Cho, J. A., "A Consideration on the Influence of Harmful Chemicals Contained in Nail-Care Products on the Human Body," *Journal of Korean Beauty Society*, **2**(14), 535-543(2008).
- Arora, H. and Tosti, A., "Safety and Efficacy of Nail Products," *Cosmetics*, **4**(3), 24(2017).
- Yokota, M., Thong, H. Y., Hoffman, C. A. and Maibach, H. I., "Allergic Contact Dermatitis Caused by Tosylamide Formaldehyde Resin in Nail Varnish: An old Allergen that has not Disappeared," *Contact dermatitis*, **57**(4), 277(2007).
- Bernauer, U., Coenraads, P. J., Degen, G. H., Dusinska, M., Lilienblum, W., Luch, A., Nielsen, E., Platzek, T., Rastogi, S., Rouselle, C., Benthem, J. V., Bernard, A., Giménez-Arnu, A. M. and Vanhaecke, T., "Opinion of the Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS) - The Safety of the Use of Formaldehyde in Nail Hardeners," *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, **72**(3), 658-659(2015).
- Quach, T., Gunier, R., Tran, A., Behren, J. V., Billings, P. A. D., Nguyen, K. D., Okahara, L., Lui, B. Y. B., Nguyen, M., Huynh, J. and Reynolds, P., "Characterizing Workplace Exposures in Vietnamese Women Working in California Nail Salons," *American Journal of Public Health*, **101**(S1), S271-S276(2011).
- Byun, Y., Ward, A. and Whiteside, S., "Formation and Characterization of Shellac-hydroxypropyl Methylcellulose Composite Films," *Food Hydrocolloids*, **27**, 364-370(2012).
- Stummer, S., Salar-Behzadi, S., Unger, F. M., Oelzant, S., Penning, M. and Viernstein, H., "Application of Shellac for the Development of Probiotic Formulations," *Food Research International*, **43**, 1312-1320(2010).
- Limmatvapirat, S., Limmatvapirat, C., Puttipipatkachorn, S., Nuntanid, J. and Luangtana-anan, M., "Enhanced Enteric Properties and Stability of Shellac Films Through Composite Salts Formation," *Eur. J. Pharm. Biopharm.*, **67**, 690-698(2007).
- Rubinstein, M. H. and Musikabhumma, P., "A Universal Friability Test for Tablet Granules," *Pharm. Acta. Helv.*, **53**(5), 125-132(1978).
- Mosmann, T., "Rapid Colorimetric Assay for the Cellular Growth and Survival Application to Proliferation and Cytotoxic Assay," *J. Immun. Method*, **65**, 55-65(1983).
- Han, D., Noh, D., Shim, H., Jeong, S., Park, S., Choi, H. and Kim, D., "Functional Cosmetic Characteristics of the Oxalidaceae Extracts," *Korean Chem. Eng. Res.*, **56**(3), 309-314(2018).
- Booth, D. G., Dann, S. E. and Weller, M. T., "The Effect of the Cation Composition on the Synthesis and Properties of Ultramarine Blue," *Dyes and Pigments*, **58**, 73-82(2003).
- Allen, N. S., "Photofading and Light Stability of Dyed and Pigmented Polymers," *Polymer Degradation and Stability*, **44**, 357-374(1994).
- Plesters, J., "Ultramarine Blue, Natural and Artificial," *Studies in Conservation*, **11**(2), 62-91(1966).
- Khairuddin, Pramono, E., Utomo, S. B., Wulandari, V., Zahrotul, W. and Clegg, F., "The Effect of Polyethylene Glycol on Shellac Stability," *Materials Science and Engineering*, **107**, 01206(2016).
- Soradech, S., Limatvapirat, S. and Luangtana-anan, M., "Stability Enhancement of Shellac by Formation of Composite Film: Effect of Gelatin and Plasticizers," *Journal of Food Engineering*, **116**, 572-580(2013).