

## 다기능성 마스크 팩의 제조 및 특성평가

김수연<sup>1,\*</sup> · 배준원<sup>1</sup> · 하재순<sup>2</sup> · 안효정<sup>3</sup> · 권태연<sup>3</sup> · 최성호<sup>3,†</sup>

<sup>1</sup>동덕여자대학교 보건향장학과, <sup>2</sup>다터하스킨(주), <sup>3</sup>한남대학교 코스메틱사이언스학과  
(2019년 3월 12일 접수; 2019년 3월 28일 수정; 2019년 3월 28일 채택)

### Preparation and Characterization of the Multi-functionalized Mask Pack

Soo-Yeoun Kim<sup>1,\*</sup> · Jun-Won Bae<sup>1</sup> · Jae-Soon Ha<sup>2</sup> · Hyo-Jeong An<sup>3</sup>  
Tae-Yeon Kweon<sup>3</sup> · Seong-Ho Choi<sup>3,†</sup>

<sup>1</sup>Department of Health Cosmetic Science, Dongduk Women's University, <sup>2</sup>DrHaskin Co.,  
<sup>3</sup>Department of Cosmetic Science, Hannam University  
(Received March 12, 2019; Revised March 28, 2019; Accepted March 28, 2019)

**요약** : 본 논문에서는 다기능성 마스크 팩의 제조 및 이를 이용한 마스크 팩 제조 및 평가에 대한 것이다. 여기서 다 기능성이란 폴리인산에 의한 원적외선 효과, 포접화합물에 의한 기미치료 효과 및 필링효과, 라벤다 추출물에 의한 피부진정 효과를 의미한다. 제조한 다기능성 마스크 팩의 용제에 대한 유해물질의 측정결과 0.001mg/Kg 이하로 검출되었으며, 점도는 280 cP, pH=6.92 이었다. 마스크 시트에 다기능성 용제를 침지시켜 제조한 다기능성 마스크 팩의 원적외선 방사율은 0.882  $\mu\text{m}$ 이고 원적외선 방사에너지는  $3.40 \times 10^2$  W/m, 37°C이었다. 다기능성 마스크 팩의 착용 후, 5일간 사용 후의 보습율은 사용전보다 14.5% ~ 35.5% 우수하였으며, 피부 온도는 24 ~ 26°C 나타내었으며, 30명의 볼란티어 피부접촉 자극성 평가에서도 매우 안정적이었다.

**주제어** : 다기능성 마스크 팩; 포접화합물; 원적외선 방사 효과; 기미개선 효과; 필링 효과; 스킨 진정 효과

**Abstract** : This paper was described about the preparation of the multi-functional mask pack and its evaluation. Here, the multi-functional effects means the far-infrared emissivity effect due to polyphosphoric acid, the freckles treatment effect and peeling effects due to inclusion complexes, and the skin temperature decreasing effect due to Lavender-extraction compounds. The the hazardous chemicals, viscosity, and pH were determined blow 0.01%, 280 cP, and pH=6.92 in the prepared multi-functional mask pack solution, respectively. The multi-functional mask pack prepared with dipping method in the solution were showed the value of 0.882  $\mu\text{m}$  (Far-infrared emissivity) and  $3.40 \times 10^2$  W/m at 37°C (Far-infrared radiation energy), respectively. After taking multi-functional mask pack, the skin moisturizing rate was indicated 35.5%, and the skin

<sup>†</sup>Corresponding author  
(E-mail: shchoi@hnu.kr)

temperature was showed in the range of 24 ~ 26 °C. The skin stimulation test for the 30 volunteer was showed very strong stability.

*Keywords* : Multi-functional mask pack; Inclusion-complex; Far-infrared emissivity effect; freckles treatment effect; Peeling effects; Skin temperature decreasing effect

## 1. 서론

피부의 구성은 표피, 진피, 피하조직의 3개의 피부층과 피부 부속기관들인 혈관과 각종 신경, 한선, 피지선 등으로 구성되어 있다 [1]. 표피를 구성하는 세포는 각질형성세포, 랑게르한스세포, 멜라닌세포, 머켈세포가 있다 [2]. 멜라닌의 합성은 멜라닌세포(melanocyte)에 의해 이루어지며, 합성과정은 tyrosinase에 의해 tyrosine이 활성화되고, 3,4-dihydroxyphenylamine(DOPA)와 DOP Aquinone을 거치는 연속적인 산화 반응에 의해 멜라닌을 생성하게 된다 [3]. 멜라닌합성 과정을 통해 합성된 멜라닌은 멜라닌세포의 수지상 돌기를 통해 주변의 각질형성세포(Keratinocytes)로 이동하여 자외선에 의한 피부의 손상을 막고 활성산소를 제거하여 피부를 보호하는 역할을 한다 [4]. 그러나, 과도한 멜라닌의 합성은 기미, 주근깨, 피부 반점 등을 유발하며 멜라닌 전구물질의 독성으로 인해 세포의 사멸 및 피부암 생성을 촉진한다고 보고되어 있다 [5]. 현재, 멜라닌의 합성을 억제 시키며 기미 치료제로 판매 되는 멜라논크림, 멜라노사크림, 도미나크림, 트란시노화웨이팅에센스, 아젤리아크림, 스티바이아크림 등이 시판되고 있는데, 주성분은 Hydroquinone, Arbutin, Tranexamic acid등으로 구성되어 있다. 그러나 이러한 기미 치료제의 경우, 빛에 민감하여 화학적 변화가 일어날 수 있다.

한편, cyclodextrin (CD)은 seven (1→4)-linked  $\alpha$ -Dglucopyranosyl units인 water-soluble cyclic oligosaccharides으로 의약품부터 계면활성에 이르기까지 다양한 응용 분야에서 초분자 화학의 host 역할을 해왔다 [6]. CD의 소수성 공동은 적당한 크기의 다양한 유기 및 무기 화합물을 host 할 수 있다. 수용액에서 CD와 정확한 크기의 유기 분자는 일반적으로 inclusion complex를 형성한다. CD의 공동에 부분적 결합조차도 guest 화합물의 광 물리 특성에 현저한 변화를 일으킬 수 있다. 또한 수용액에서 beta-CD 분자의 1 차

및 2 차 hydroxyl group의 친수성으로 CD의 host-guest 반응을 통한 inclusion complex는 수용성이 약한 약물의 용해도를 향상 시킨다 [7-9]. 이처럼 소수성 공동 내부 및 친수성 외부의 이중 특성은 여러 산업 및 제약 분야에서 분자 운반체로 사용하기에 이상적이다.

한편 원적외선이란 태양광선의 긴 파장대 중 0.76  $\mu\text{m}$  에서 1,000  $\mu\text{m}$  의 파장을 가지는 전자기파이다[10]. 원적외선은 태양광선 중 가장 많은 열에너지를 함유하고 있어 생명체의 성장과 발육을 돕는 것으로 밝혀져 왔다. 때문에 원적외선이 동식물의 생육을 촉진시키는 용도로 활발히 사용되고 있으며, 또한 의료용으로도 상용되고 있다 [11]. 또한, 원적외선이 인체에 도달할 때 심박동수, 혈압, 생체 신호를 측정할 결과 인체의 생리작용을 안정시키는 것을 확인할 수 있으며 인체 항상성 유지 하는 것에도 영향을 주었다[12].

기미 치료제로 알려진 Tranexamic acid (Trans-4-aminomethyl cyclohexane carboxylic acid)는 plasmin inhibitor로 기미치료 의약품으로 사용되어져 왔다. TA는 30년 이상 항섬유소 용해제로 사용되는 친수성 약제이지만 활동메커니즘은 여전히 불분명하다. TA는 plasminogen과 케라티노사이트의 결합을 막음으로써 케라티노사이트에서 UV에 의해 유도된 plasmin 활성을 억제 할 수 있고, free arachidonic acid를 감소시키며 prostaglandin을 생산하는 능력을 감소시킬 수 있다 [13]. 결과적으로 멜라노사이트에서 melanogenesis를 감소시킬 수 있다는 것이다. 인체 멜라노사이트 및 케라티노사이트 배양에 대한 in vitro 연구에서 TA가 plasminogen/plasmin 시스템의 저해를 통해 멜라티노사이트와 케라티노사이트의 상호 작용을 방해함으로써 멜라티노사이트 생성되는 멜라닌을 억제한다는 것을 보고하였다 [14].

예로부터 피부 미용과 피부질환의 치료에 이용되어온 라벤더는 소염, 살균, 세포성장촉진, 피지분비조절, UVB 조사로 인한 피부 각질세포의 손

상 방지 및 진피조직에서의 염증반응 완화, 염증성 여드름 개선효과 및 흉터 완화 효과가 있어서 향기요법 및 피부질환치료에서 많이 응용하는 약재이다 [15-18]. 잡티 없는 새하얀 피부를 선호하는 추세로 라벤더는 멜라닌세포의 tyrosinase 효소 활성 감소와 수지상 가지돌기의 형성 억제를 통하여 멜라닌의 생성을 감소시켰으며,  $\alpha$ -MSH (melanocyte stimulating hormone)유도에 의한 과색소침착시 더욱 효과적으로 미백효능을 나타냈다 [19].

따라서 본 연구에서는 원적외선 효과, 기미 치료효과, 각질제거용 필링효과, 피부온도 감소효과 동시에 할 수 있는 다기능성 마스크 팩 용제의 제조 및 이를 이용한 마스크 팩의 개발에 관한 것이다. 또한 제조한 마스크 팩 용제 및 마스크 팩의 평가에 대하여 서술한다.

## 2. 실험

### 2.1. 시약 및 기기

Tranexamic acid (TA), Hydroacetophenone (H.A.P.), Butylene glycol (B.G.), polyglyceryl-10-Laurate (Q-12-Y-C)은 O&D TECH에서 구입하여 정제 없이 사용하였으며, Lavender (Lavandula angustifolia) water 및 Lavender perfume은 닥터 하스킨 (췌)에서 구입 사용하였다. 마스크팩 시트는 인마스크시트사에서 구입하여 사용하였다. Beta-cyclodextrin (beta-CD)는 Aldrich사에서 구입하여 사용하였다.

포접화합물의 동결건조로 사용된 Freeze Dryer는 IlShineBioBase사 제품을 이용하였으며, 시료의 morphology의 분석은 전계방사주사전자현미경 (JSM-7800F모델, JEOL사) 을 사용하였다.

FT-IR spectrometer (M2400-C 모델, Midac사), 열화상카메라는(TiS20, Fluke사.), 보습측정기는 (MY-808S모델, SCALAR사), 점도측정기는 (RVDVE 모델, BAOOKFIELD사), pH meter (HM-25R 모델, DKK-TOA사), Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES, 720 ICP-OES모델, Agilent사), GC/MS (Gas Chromatograph Mass Spectrometer)는 Shimadzu사 제품을 이용하였다.

### 2.2. Host-guest 방법을 이용한 포접화합물의 제조

포접 화합물의 제조방법은 다음과 같이 제조하였다. TA (0.07g, 0.45 mmol) 과 beta-CD (0.50g, 0.45 mmol)을 증류수 약 30 mL에 용해시킨 후, 24시간 동결한 후 -80°C 120시간 건조하였다.

### 2.3. 다기능성 마스크 코팅용액의 제조 및 마스크 팩 제조

3차 증류수 44.5 mL에 포접화합물 1.10g을 용해시킨 후, 피부온도 안정화 수화합물인 라벤더수 10.0 mL를 첨가하고, 여기에 방부제 역할을 하는 H.A.P 0.60g을 첨가하였다. 여기에 피부 보습제인 B.G 4.00g 첨가 후, 제형제로서 Q-12Y-C을 0.50g을 첨가하였다. 마지막으로 향으로는 라벤더향 (0.20g)을 첨가하여 다기능성 마스크 코팅용액을 제조하였다. Table 1에 제조 조건에 대하여 자세히 설명하였다.

마스크 팩은 구입한 마스크 시트를 위에서 언급한 조건으로 제조한 다기능성 마스크 코팅용액에 10분간 실온에서 침지하여 제조하였다.

Table 1. Preparation of the multi-functional mask pack solution with inclusion complex

Inclusion complex (g)	PA (g)	H <sub>2</sub> O (mL)	Lavender water (mL)	H.A.P. (g)	B.G. (g)	Q-12Y-C (g)	Lavender perfume (g)
1.10	4.35	74.5	10.0	0.60	4.00	0.50	0.20

The solution is pH=6.92. PA=Polyphosphoric acid; H.A.P.=Hydroxyacetophenone (antiseptic agents); B.G.=Butylene Glycol (solvents); Q-12Y-C=Polyglyceryl-10 Laurate (Solubilizing Agent).

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. Host-guest 방법을 이용한 포접화합물의 제조 및 특성평가

Fig. 1은 TA와 beta-CD를 이용한 포접화합물의 제조과정을 나타내고 있다. beta-CD의 소수성 공동의 크기는 0.78nm로서 cyclohexane site가 잘 포접하는 크기이다. 또한 TA의 4차 마민기와 카르복산 음이온이 강하게 상호작용 하면서 존재할 것으로 예측된다.

Fig. 2은 게스트 화합물인 TA, 호스트 화합물인 beta-CD, TA와 beta-CD의 물리적 혼합 그리고 호스트-게스트 반응에 의한 포접화합물의 SEM 이미지를 나타내고 있다. 기미 치료용 의약품으로 사용되는 TA의 경우 아민-카르보닐산 상호작용, 카르보닐-카르보닐 상호작용, 아민-아민, 사이크로 헥산과 사이크로 헥산 상호작용에 의해 하드한 돌덩이 형태를 가지고 있다. 반면에 각질 필링제로 사용되는 beta-CD의 경우 소프트한 형

태의 돌 형태를 나타내고 있다. TA와 beta-CD를 그라인딩 하여 혼합한 경우 소프트한 beta-CD은 파우더 형태를 나타내는 반면, TA의 경우 하드한 작은 돌덩이 형태를 나타내고 있다. 한편 호스트-게스트 반응에 의해 생성된 포접 화합물의 경우 막대 모양을 이루고 있다. 그 이유는 Fig. 1과 같이 4급아민과 양이온과 카르복실산 음이온의 상호작용에 의해 생성된 포접화합물이 층층이 싸여서 막대 모양을 나타낸다고 추측된다.

Fig. 3은 호스트-게스트 반응에 의해 제조된 포접화합물의 UV spectra를 나타내고 있다. 게스트 화합물인 TA의 경우, 카르보닐기 피이크가  $\lambda_{max} = 210\text{nm}$ 에 나타났다. 반면에 호스트-게스트 반응에 의해 생성된 포접화합물의 경우  $\lambda_{max}$  레드 쉬프트 되는 현상이 발견 되었다. 이는 beta-CD가 시클로헥산을 포접하여 4급아민과 양이온과 카르복실산 음이온의 상호작용을 안정화 시킨다고 생각된다.

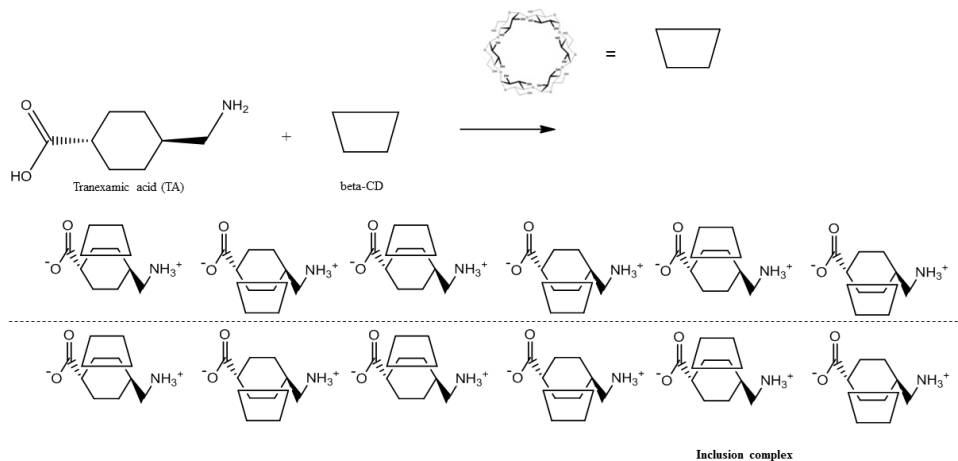


Fig. 1. Schematic preparation of the inclusion complex with TA and beta-CD.

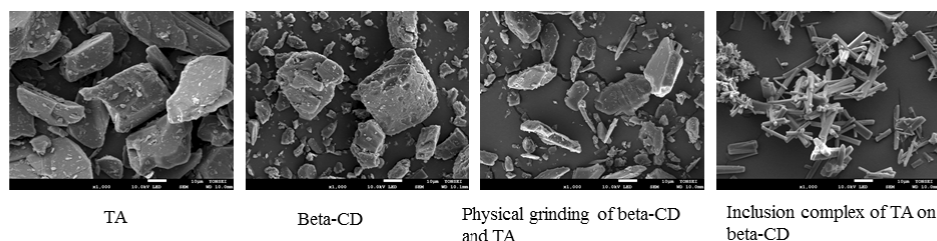


Fig. 2. SEM images of the TA, beta-CD, physical grinding, and inclusion complex.

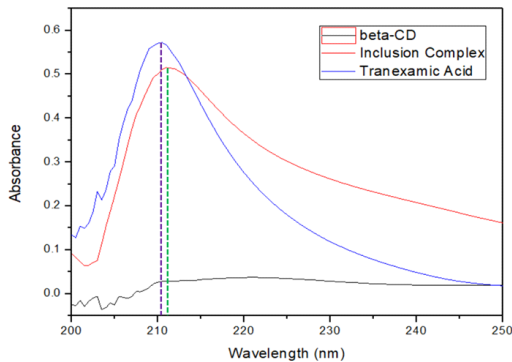


Fig. 3. UV spectra of inclusion complex with TA and beta-CD.

**3.2. 다기능성 마스크 팩 코팅용액의 제조 및 특성평가**

Table 1은 포접화합물을 이용한 다기능성 마스크 팩 용제의 제조조건을 나타내고 있다. 여기서 포접화합물을 사용한 이유는 기미 치료제 의약품인 TA를 피부에 흡수속도를 높일 수 있을 뿐 아니라, beta-CD의 소수적 성질을 갖춘 공동에 피부각질이나 지질을 포접 할 수 있어 필링제로 사용할 수 있기 때문이다. 또한 beta-CD의 외벽의 친수성을 갖춘 1 차 및 2 차 hydroxyl group은 또한 피부 보습율을 높일 수 있다. 폴리인산(PA)의 경우 원적외선을 방출하여 원적외선 파가

피부에 침투하여 활성화 시킬 수 있으며 [20,21], 기미 치료제인 의약품을 피부에 용이하게 침투시킬 수 있을 것으로 기대된다. 라벤다 추출 용액의 경우, 상처치유를 촉진시키고 흉터를 적게 남길 목적으로 사용되어 왔으며, 역학조사에서 피부소양증, 피부염, 습진 등과 같은 피부질환의 증상을 완화시키는데 효과가 있는 것으로 보고 되고 있다 [22]. 제조한 다기능성 마스크 팩 용제의 유해물질 특성평가결과 제조한 다기능성 마스크 팩 용액의 경우, 관능시험의 결과 물성 변화가 나타나지 않았으며, 점도의 경우 270~280 cP로서 매우 안정적이었으며, pH=6.92로서 약산성을 나타내고 있었다. 따라서 제조한 마스크 팩 용제의 경우, 다기능 마스크 팩을 제조하는데 적합하다는 사실을 알 수 있었다.

**3.3. 다기능성 마스크 팩의 제조 및 특성평가**

Fig. 4은 제조한 다기능성 마스크 팩 착용 15분 후 열화상 카메라에 의한 온도는 24 ~ 25 °C를 나타내는 반면에 상용의 마스크 팩의 경우 27~29 °C를 나타내고 있다. 이는 다기능성 마스크 팩에 존재하는 라벤다 추출물의 휘발성 때문이라고 사료되며, 낮은 피부온도로써 피부의 탄력과 피부질환을 억제할 수 있을 것으로 사료 된다 [12-15]. 제조한 마스크 팩의 원적외선 방사율 및 방사에너지 측정 결과, 방사율은 0.882 μm

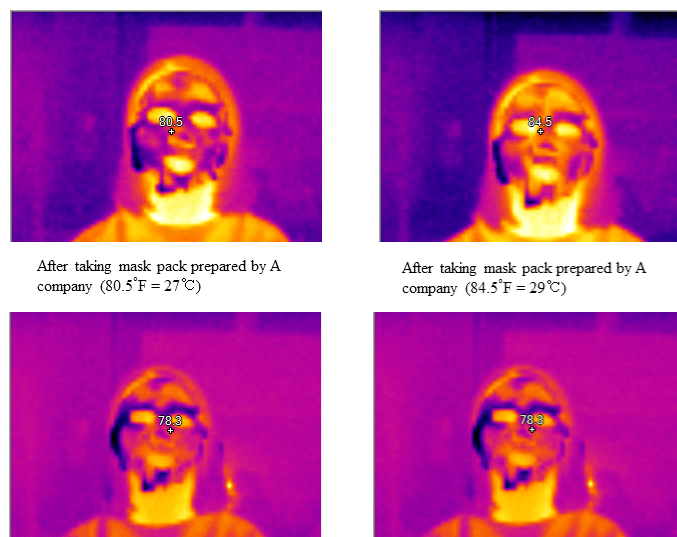


Fig. 4. Volunteer skin test after taking the functional mask pack.



Fig. 5. Volunteer skin sensory test before and after taking the functional mask pack.

이며 원적외선 방사에너지는  $3.40 \times 10^2$  W/mmm,  $37^\circ\text{C}$ 로 측정 되었다. 이러한 원적외선은 피부에 침투하여 피부의 활성을 줄 것으로 기대 되며 [17,18], 이 활성화에 의해 기미 치료의약품이 피부에 깊숙이 침투할 것으로 기대 된다.

Fig. 5은 다기능성 마스크 팩의 착용 전 및 착용 후의 관능테스트 결과를 나타내고 있다. 착용 후의 피부 스킨의 경우 피부에 수분 함유율이 높고 피부에 탄력성이 높은 것으로 나타나고 있다. 또한, 피부에 파이팅 효과도 관측되어 지고 있다.

Fig. 6은 착용 후의 피부의 수분 함유율의 측정결과를 나타내고 있다. 대상은 10명으로 5일간 테스트한 결과이다. 이 결과에서 나타나듯이 다기능성 마스크 팩의 착용 전 수분 흡수율은 31% 정도를 나타내었으나, 착용 5일 후 평균 35.5%의 수분 함유율이 증대된 것을 확인 할 수 있었다. 이 결과는 beta-CD 및 B.G.의 영향이라고 생각 된다. 또한, 30명을 대상으로 다기능성 마스크 팩의 착용 후, 피부 자극시험을 수행한 결과, 다기능성 마스크 팩의 착용 후, 48시간 이후에도 피부에 자극은 나타나지 않았다. 제조한 마스크 팩의 경우 생물학적으로 안정된 제품임을 확인 할 수 있었다.

Table 2은 다기능성 마스크 팩의 물리적 및 생물학적 효과를 종합하여 나타내고 있다. 본 연구에서 제조 된 다기능성 마스크 팩은 PA의한 원적외선 효과, 포접화합물에 대한 기미 치료효과, beta-CD에 의한 필링 효과, 라벤다 추출물에 의한 피부 진정효과, 그리고 높은 보습율과 피부

접촉 안정성을 가지고 있어 상용화에 충분하다고 사료된다.

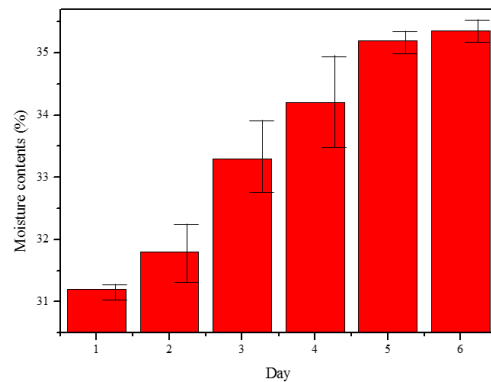


Fig. 6. Moisture test results of volunteer skin after taking the functional mask pack.

#### 4. 결론

본 연구에서는 host-gust 반응을 이용하여 기미 치료제인 TA를 beta-CD에 포접 시켜 다기능 마스크 팩 용제를 개발하고 이 용제를 마스크 팩 시트에 침지시켜 다기능성 마스크 팩을 개발하고, 이 다기능성 마스크 팩에 대한 물리적 및 생물학적 특성 평가를 분석하였다. 그 결과,

- (1) 다기능성 마스크 팩의 원적외선 방사율은  $0.882 \mu\text{m}$ 이고 원적외선 방사에너지는

Table 2. Physical and biological properties of the multi-functional mask pack

Analysis method	Unit	Value
1. FT-IR spectrometer	Emissivity	0.882 $\mu\text{m}$
2. FT-IR spectrometer	Emission energy	$3.40 \times 10^2 \text{ W/m} \cdot \mu\text{m}, 37^\circ\text{C}$
3. Thermographic measurement	Temperature	24~25 $^\circ\text{C}$
4. Moisture contencts ( 10 people)	%	35.5%
5. Skin contact stability (30 people)	degree	No stimulation

$3.40 \times 10^2 \text{ W/mmm}, 37^\circ\text{C}$ 이었다.

- (2) 다기능성 마스크 팩의 착용 후, 보습율은 35.5% 였다.
- (3) 피부 온도는 24 ~ 26 $^\circ\text{C}$  나타내어 피부 진정 효과를 나타내었다.
- (4) 30명의 볼란티어 피부접촉 안전성 평가에서도 매우 안정적이었다. 따라서, 제조한 다기능성 마스크 팩은 상용화 가능성이 매우 크다.

### 감사의 글

이 논문은 『사회맞춤형 산학협력 선도대학 (LINC+) 육성사업』 한남대학교 산학공동기술(지식)개발과제에서 연구비 지원되었음.

### References

1. Y. Panxi, Y. Rong, Y. Xiaonan, Q. Zuoliang, "Adipose tissue, aging, and metabolism", *Current Opinion in Endocrine and Metabolic Research*, **Vol. 5**, pp. 11-20, (2019).
2. N. Karolina, Z. Ewelina, W.R. MarekI.-S. Iwona, "Metal nanoparticles in dermatology and cosmetology: Interactions with human skin cells", *Chemico-Biological Interactions*, **Vol. 295**, No. 1, pp. 38-51, (2018).
3. A. Athipornchai, N. Jullapo, "Tyrosinase inhibitory and antioxidant activities of Orchid (*Dendrobium* spp.)", *South African Journal of Botany*, **Vol. 119**, pp. 188-192, (2018).
4. A.L. Kadekaro, J. Chen, J. Yang, S. Chen, J. Jameson, V.B. Swope, T. Cheng M. Kadakia, Z. Mbdel-Malek, " $\alpha$ -melanocyte-stimulating hormone suppresses oxidative stress through a p53-mediated signaling pathway in human melanocytes", *Molecular Cancer Research*, **Vol. 10**, No. 6, pp. 778-86, (2012).
5. S.J. Orlow, B.K. Zhou, A.K. Chakraborty, M. Drucker, S. Pifko-Hirst, J.M. Pawelek, "High-molecular-weight forms of tyrosinase and the tyrosinase-related proteins: evidence for a melanogenic complex", *Journal of Investigative Dermatology*, **Vol. 103**, No. 2, pp. 196-201, (1994).
6. U Kaneto, F. Hirayama, T. Irie, "Cyclodextrin Drug Carrier Systems", *Chemical Reviews.*, **Vol. 98**, No. 5, pp. 2045-2076, (1998).
7. A. Abou-Okeil, M. Rehan, S.M. El-Sawy, M.K. El-bisi, O.A Ahmed-Farid, F.A. Abdel-Mohdy, "Lidocaine/ $\beta$ -cyclodextrin inclusion complex as drug delivery system", *European Polymer Journal*, **Vol. 108**, pp. 304-310, (2018).
8. T. Loftsson, M.E. Brewster, "Cyclodextrins as functional excipients: Methods to enhance complexation efficiency" *Journal of Pharmaceutical Sciences*, **Vol. 101**, pp.

- 3019–32, (2012).
9. G. Murtaza, “Solubility enhancement of simvastatin”, *Acta Poloniae Pharmaceutica*, **Vol. 69**, pp. 581–90, (2012).
  10. Robinson LC, Physical principles of far-infrared radiation. p. 1–10, Academic Press, (1973).
  11. S.J. Choi, E. H. Cho, H. M. Jo, C. Min, Y. S. Ji, M.Y. Park, J.K. Kim, S.D. Hwang, “Clinical utility of far-infrared therapy for improvement of vascular access blood flow and pain control in hemodialysis patients”, *Kidney Research and Clinical Practice*, **Vol. 35**, pp. 35–41, (2016).
  12. Bang N.S. Measurement and Evaluation for Far-Infrared Radiation Heating Generator on the Homeostasis Maintenance of Human body. The Graduate School Yonsei University, (2003).
  13. K. Maeda, M. Naganuma, “Topical trans-4-aminomethylcyclohexanecarboxylic acid prevents ultraviolet radiation-induced pigmentation”, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, **Vol. 47**, pp. 136–141, (1998).
  14. M. Kazuhisa, T. Yasushi, “Mechanism of the Inhibitory Effect of Tranexamic Acid on Melanogenesis in Cultured Human Melanocytes in the Presence of Keratinocyte-conditioning medium”, *Journal of Health Science*, **Vol. 53**, No. 4, pp. 389–396, (2007).
  15. B. Blažeković, W. Yang, Y. Wang, C. Li, S. Vladimir-Knežević, “Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of essential oils of *Lavandula x intermedia* ‘Budrovka’ and *L. angustifolia* cultivated in Croatia”, *Industrial Crops and Products*, **Vol. 123**, pp. 173–182, (2018).
  16. N. Yadikar, K. Bobakulov, G. Li, H.A. Aisa, “Seven new phenolic compounds from *Lavandula angustifolia*”, *Phytochemistry Letters*, **Vol. 23**, pp. 149–154, (2018).
  17. S. Soares, L. Grazina, J. Costa, J.S. Amaral, M. B.P.P. Oliveira, I. Mafra, “Botanical authentication of lavender (*Lavandula* spp.) honey by a novel DNA-barcoding approach coupled to high resolution melting analysis”, *Food Control*, **Vol. 86**, pp. 367–373, (2018).
  18. S. Tanga, J. Shi, C. Liu, F. Zhang, N. Xiang, X. Liu, Y. Chen, J. You, Q. Shen, M. Miao, Z. Liu, G. Yang, “Three new arylbenzofurans from *Lavandula angustifolia* and their bioactivities”, *Phytochemistry Letters*, **Vol. 19**, pp. 60–63, (2017).
  19. H.M. Kim, Y. M. Jang, K. S. Han, D.W. Moon, Y.J. Mun, W.H. Woo, “Effect of the Ethanol Extract from *Lavandula vera* on  $\alpha$ -MSH Induced Melanogenesis”, *Korean Journal Oriental Physiology & Pathology*, **Vol. 22**, No. 6, pp. 1444–1448, (2008).
  20. D. Barolet, F. Christiaens, M.R. Hamblin, “Infrared and skin: Friend or foe”, *Journal of Photochemistry & Photobiology B: Biology*, **Vol. 155**, pp. 78–85, (2016).
  21. J. H. Lee, M. R. Roh, K. H. Lee, “Effects of Infrared Radiation on Skin Photo-Aging and Pigmentation”, *Yonsei Medical Journal*, **Vol. 47**, No. 4, pp. 485–490, (2006).
  22. C. Anderson, M.L. Balchin, M.K. Smith, “Evaluation of massage with essential oils on childhood atopic eczema”, *Phytotherapy Research*, **Vol. 14**, pp. 452–456, (2000).