

미더덕껍질과 천연고분자 혼합물을 이용한 마스크팩시트의 제조방법

The Preparation of Mask-pack Sheet Blended with *Styela clava* tunics and Natural Polymer

*Corresponding author

Youngjin Jung
(hjb@pusan.ac.kr)

윤우빈, 이예찬, 김다솜, 김지은, 성지은, 이현아, 손홍주¹, 황대연**, 정영진*

부산대학교 바이오소재학과, ¹부산대학교 생명환경화학과

**Co-corresponding author

Daeyoun Hwang
(dyhwang@pusan.ac.kr)

Woobin Yun, Yechan Lee, Dasom Kim, Jieun Kim, Jieun Sung, Hyunah Lee, Hongju Son¹, Daeyoun Hwang** and Youngjin Jung*

Department of Biomaterials Science, Pusan National University, Miryang, Korea

¹Department of Life Science and Environment Biochemistry, Pusan National University, Miryang, Korea

Received_November 18, 2016

Revised_December 14, 2016

Accepted_December 30, 2016

Abstract Ultraviolet radiation have much influenced with a deep wrinkles, roughness, laxity of skin damage and pigmentation through oxidative stress and oxidative photo-damage. This study investigates the functional properties of hydrogel facial mask sheets made from agar, *Styela clava* tunics and *Broussonetia papyrifera* tunics. The skin of *S. clava* is covered with a hard cellulose containing glycoprotein, glycosaminoglycan and chondroitin sulfate. *B. papyrifera* is better known as Paper mulberry. It contains kazinol which serves as a tyrosinase inhibitor and skin whitening agent. The tensile strength of facial mask sheet was measured by universal testing machine, and the water absorption and moisture permeability of facial mask sheet were measured by dryer. Additionally, the DPPH assay and MTT assay were conducted for anti-oxidative activity and cytotoxicity of facial mask sheet. The whitening effect of the facial mask sheet was measured by tyrosinase inhibitor assay. These tests showed that the three ingredients are suitable cosmetic materials. The results reveal that they produce a high quality hydrogel facial mask sheet when the membrane contains 1%(W/V) of agar, 0.1%(W/V) of *B. papyrifera* tunics and 0.05%(W/V) of *S. clava* tunics.

Keywords hydrogel mask pack, *styela clava* tunics, agar, paper mulberry, tyrosinase inhibitor and skin whitening agent

Textile Coloration and Finishing

TCF 29-1/2017-3/45-54

©2017 The Korean Society of Dyers and Finishers

1. 서 론

피부의 주름은 세포의 노화과정 중 한 가지로 생체 내에서 활성질소 중, 활성산소 중 등과 같은 물질의 생성으로부터 발생한다. 활성산소는 불안정한 상태에 있는 산소로 과산화수소, 하이드록시 라디칼 등을 포함하고 있다¹⁾. 활성산소는 자외선, 대기오염, 화학물질, 스트레스 등에 의해 몸 속에서 과잉 생산된 산소로부터 산화작용을 일으켜 세포막, DNA 등의 세포구성체를 손상시키거나 단백질의 기능을 저하시키며, 당의 산화분해 등을

일으켜 돌연변이나 암의 원인, 또는 각종 질병과 피부주름의 생성원인이 되는 것으로 알려져 있다²⁻⁴⁾.

피부관리 초기단계에 혈액순환 및 필링을 목적으로 석고나 파라핀을 사용하는 마스크는 외부와의 공기를 차단하여 막을 형성하므로 수분, 열, 이산화탄소 등의 통과가 어렵지만 모공과 모낭의 확장으로 피부팽창을 통해 혈액순환과 신진대사가 활발해지고 피부온도가 상승하는 작용을 한다⁵⁾. 그러나 팩은 차단막이 형성되지 않으므로 유효성분의 공급이 용이하고 모세혈관의 수축으로 피부온도가 낮아지게 되고 각질과 피지의 제거와 동

시에 보습력을 부여하며 모공과 모낭의 수축을 돕는 역할을 한다. 따라서 피부관리 후기단계에 사용하며, 파우더, 에멀전, 크림 형태로 제품화 되어있다^{6,7)}.

우리나라에서는 마스크와 팩을 같은 용어로 사용하고 있으며 마스크팩은 팩과 같은 기능을 수행한다. 마스크팩은 피부에 붙이고 일정시간이 경과하면 피부표면에 피막을 형성하여 외부와 피부표면을 차단한다. 이때 피부 표면의 온도가 올라가 피부의 혈액순환이 촉진되고 수분증발이 억제됨으로써 보습효과를 얻을 수 있다. 피막형성에 의해 모공이나 피부 표면에 부착되어있는 여러 가지 노폐물과 죽은 각질층 및 불순물이 팩의 피막에 흡착되므로 마스크팩 제거 시 함께 제거되며 수분 증발이 억제되고 각질층이 수분을 함유하여 팽창함에 따라 모공과 한선이 확장되어 유효성분의 침투가 용이해 진다⁸⁾.

마스크팩 시장은 품질과 특징에 따라 세분화되며 사람들의 니즈에 맞춰 고기능, 프리미엄 제품들이 다양하게 출시되어 있다. 기초 화장품의 한 종류로 분류되던 마스크팩은 2000년대 초반을 기점으로 단일 카테고리 두각을 나타내기 시작했다. 특히, 에센스 등 화장품 내 유효성분을 전달하는 매개체 역할을 해온 시트는 1세대 부직포를 시작으로 2세대 면, 3세대 하이드로겔, 4세대 습윤 바이오셀룰로오스, 5세대 건조 바이오셀룰로오스로 이어지며 발전하고 있다.

한천(agar)은 홍조류에 속하는 우뚝가사리 등의 다당을 열수로 추출한 후 냉각하여 hydrogel로 만든 다음 수분을 제거한 것으로 대부분은 겔(gel) 형성능력이 우수한 agarose이고 나머지는 소량의 황산기 등의 산성기를 가진 agaropectin으로 구성되어 있는 galactan에 속하는 해조류로서 의약산업, 식품산업, 화장품 소재용 및 생물연구의 배지 등의 형태로 이용되고 있다⁹⁻¹¹⁾.

미더덕 껍질(*Styela clava* tunics)은 proteoglycans 이라는 당단백질로서 그 구조는 β 1-4 글루코사이드결합의 다당류인 단단한 셀룰로오스 형태로 구성되어 있으며 껍질로부터 추출한 glycosaminoglycan 및 chondroitin sulfate 등은 항산화의 기능을 가지며, 추출물은 미백기능성을 가지고 있어 이들은 화장품의 소재로서 널리 활용되고 있다. 의학용으로는 골재생 효능을 가진 생활성막에 관한 연구를 통하여 미더덕 껍질 자체의 성분이 우수한 생체적합성을 가지고 있으며 그 구성성분 중의 하나인 sulfated glycan은 항혈액응고, 연골세포 신진대사 촉진 등 기능을 갖고 있어 상처회복성이 우수

한 창상치료제 및 메디칼 파이버의 중요한 재료로서 제품화 가능성이 매우 높은 상황이다¹²⁻²³⁾.

닥나무 껍질(*Broussonetia papyrifera* tunics)은 흡습성, 탈취성, 통기성, 항균성이 우수하며 피부미백, 노화 방지, 피부재생, 아토피 피부질환 등에 효과가 있어 화장품의 조성물에 사용하려는 많은 연구가 있다. 닥나무 추출물 중에는 isoprenyl기를 가진 페놀성 화합물인 여러 종의 kazinol 성분이 있어서 자유라디칼을 제거하는 동시에 tyrosinase의 활성을 방해함으로써 멜라닌의 생성을 억제하므로 피부에 색소가 침착하는 것을 막아 피부미백의 효능을 제공하는 역할을 한다. 이것은 한지를 만드는 사람의 손이 다른 사람들에 비해 유난히 하얗다는 점과 일반종이를 만들 때에는 변색을 방지하는 성분을 첨가시키는 반면, 닥나무로 만든 한지에는 변색 방지제를 사용하지 않아도 변색이 잘 안되기도 한다는 점에서도 닥나무의 미백 효능이 잘 나타나 있다. 그 중에서도 카지놀 E와 F는 α -토코페롤보다, 카지놀 A는 ferulic acid보다 우수한 항산화 활성을 나타낸다. 강력한 항산화 활성을 가지는 카지놀 E에 대해 tyrosinase 저해활성을 평가한 결과, IC₅₀이 241.3 μ M으로 비타민 C보다 우수한 tyrosinase 저해활성을 나타내었다²⁴⁻²⁷⁾.

다양한 종류의 마스크팩 중에서 미더덕 껍질에 존재하는 화장품에 유익한 항산화와 보습성을 향상시키는 황산 콘드로이틴 성분과 하이드로겔 형태의 우뚝가사리 및 피부미백과 항산화 활성이 우수한 닥나무 껍질 등의 천연고분자 물질들을 융합한 마스크 팩의 개발은 미용소재의 기능성을 중시하는 최근 경향에 적합한 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 우뚝가사리, 닥나무껍질 및 미더덕 껍질을 이용한 친환경적인 바이오 마스크팩 시트를 제조하기 위해 미더덕 껍질과 닥나무 껍질의 분말화, 각 성분의 조성비 및 반응조건을 연구하고 물성을 분석하였다.

2. 실험

2.1 미더덕 껍질 분말과 닥나무 껍질 분말의 제조

미더덕 껍질은 경상남도 고성에서 생산하여 시장에 판매할 목적으로 칼로서 제거한 껍질을 자연 건조한 상태로 수집하였다. 불순물의 제거 및 탈색을 위한 전처리 공정으로 수세 후 10%(V/V)차아염소산 소다 수용

액에 24시간 침지한 후 아유산소다 3%(W/V)로 잔류 염소를 제거하였다. 잔류염소의 존재여부는 최종의 수세액을 0.1%의 질산은 수용액으로 반응시켜 소량의 염소라도 용액 중에 존재하면 염화은의 백색침전을 발생시키므로 쉽게 확인할 수 있었다.

표백은 공업용 과산화수소를 10%(OWF)로 하여 치즈염색용 고압염색기에서 1%(W/V) 수산화나트륨의 알칼리용액으로 하여, 욕비 1:10, 온도 98℃로 1시간 처리 후 초산으로 중화 처리 후 탈수 건조하였다.

닥나무 껍질은 태국산 수입품의 표백된 습윤 상태의 껍질(일명 백닥 또는 물닥)을 열풍 건조하고 3~5cm 크기로 절단하여 Pin milling M/C(Daehaw, Korea)으로 분쇄하였다.

2.2 마스크팩 시트 제조

마스크팩 시트에 사용할 막(membrane)은 탈이온수에 순수한 우뭇가사리만의 농도를 0.25~1%(W/V)로 하여 100℃로 가열, 냉각하여 하이드로겔을 제조하여 농도에 따른 수분흡수도, 강신도, 투습도 등을 측정하였다. 또한 우뭇가사리 농도를 1%(W/V)(Vehicle 그룹)로 하고 0.1%(W/V)의 닥나무 껍질 분말의 중량을 혼합한 용액에 미더덕 껍질 분말을 우뭇가사리 양의 5%(W/W) (*S. clava tunics low*; SCTL 그룹), 10%(W/W) (*S. clava tunics high*; SCTH 그룹), 비율로 첨가하여 제조한 막의 수분흡수율, 강신도, 세포독성 등을 관찰하였다. 막의 제조는 탈이온수 100 mL에 우뭇가사리 1%(W/V)와 닥나무 껍질 분말 0.1%(W/V)를 300mL 삼각플라스크에 넣고 미더덕 껍질 분말을 우뭇가사리 양의 5%(W/W) 혹은 10%(W/W)를 첨가하여 hot plate and magnetic stirrer로 교반하면서 100℃에서 5분 동안 가열한 후 40℃로 냉각하여 각각 15g(13mL)의 용액을 사각페트리 접시(petri dish 125×125×20mm)에 넣고 응고시킨다. 겔의 형태가 될 때까지 냉각한 후 열풍 건조기에 넣은 후 45℃에서 24시간 건조하여 마스크팩 시트의 시료로 사용하였다. 막의 두께는 80~100 μm을 나타내었다.

2.3 항산화성 시험

각 시료의 DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma, USA) radical에 대한 소거효과를 측정하였다. 추출물의 항산화능을 스크리닝하기 위하여

각 추출물을 회전감압농축→원심진공농축 또는 동결건조하여 고형분을 얻은 후, 증류수 또는 dimethylsulfoxide(DMSO)에 10mg/mL로 용해하여 tyrosinase 저해활성을 95% 에탄올에 용해시킨 0.1mM DPPH 1.5mL와 각각의 추출물 1.5mL를 vortex로 혼합하여 30분 동안 암소에 방치한 다음 UV-Visible spectrophotometer(SCINCO, Korea)를 사용하여 517nm에서 흡광도로 측정하였다.

2.4 세포 독성 시험

닥나무껍질과 미더덕껍질로 제조된 마스크팩시트가 피부세포에 미치는 영향을 평가하기 위하여 피하결체조직(subcutaneous connective tissue) 세포주인 L-929 세포주를 한국세포주은행(Korean Cellline Bank, KCLB, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

L-929 세포주는 10% fetal bovine serum(FBS, Hyclone, Logan, UT, USA), penicillin 및 streptomycin(Gibco)을 함유한 Eagle's Minimum Essential Medium(MEM, Hyclone)에 37℃, 5% CO₂ 조건의 incubator에서 배양하였다. 배지는 매일 교체했으며, 세포가 배지 내에 80~90% 정도 성장하면 계대시켰다.

제조한 3가지 시트(Vehicle 그룹, SCTL 그룹, SCTH 그룹)가 피부세포주의 활성에 미치는 영향을 평가하기 위하여 각 시트를 200mm²(지름: 63.694mm)으로 자른 뒤 24 well-plate에 넣어 세포 배양용 MEM 배지를 각 1 mL씩 침지한 뒤 24시간 동안 37℃, 5% CO₂조건의 incubator에서 배양하였다. 24시간 뒤 침지시킨 배지를 배양된 세포에 교체시켰으며 세포 생존율을 분석하였다.

세포 생존율은 MTT(3-[4,5-Dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diohenyl tetrazolium bromide, Sigma chemical Co., USA)방법을 통하여 분석하였다. 먼저 L-929 cell line을 96 well(1x10⁵ cells/well)에 분주하여 24시간 배양한 뒤, Control(MEM), Vehicle, SCTL, SCTH를 처리하고, 24시간 동안 배양하였다. 배양용 배지를 제거하고, MTT용액을 50 μL 첨가한 뒤, 4시간 동안 추가 배양하였다. 세포 내에 보라색 결정이 생성되면 dimethyl sulphoxide(DMSO, Sigma Co., Germany) 용액을 150 μL씩 넣고, formazan을 녹였다. 각 well에 나타난 색깔의 변화를 VERSA max

microplate reader(Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 540nm에서 측정하였다.

2.5 미백 시험

각 시료의 미백활성은 tyrosinase 저해활성을 측정함으로써 조사하였다. 다양한 농도의 시료 500 μ l를 2.5mM L-3,4-dihydroxyphenylalanine 100 μ l, 0.1M phosphate buffer(pH 6.5) 1mL에 첨가하여 25 $^{\circ}$ C에서 10분간 반응시킨 후, 1500U/mL의 mushroom tyrosinase 50 μ l를 첨가하였다. 이 혼합물을 25 $^{\circ}$ C에서 2분 동안 반응시킨 후, 475nm에서 흡광도를 측정하였다. Tyrosinase 저해활성은 시료 대신 dimethylsulfoxide를 첨가한 대조구와 시료간의 흡광도 차이를 백분율(%)로 환산하여 나타내었다.

2.6 팽윤도(Swelling ratio) 측정

흡수율은 제조된 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.0%의 agar hydrogel를 건조기에서 완전 건조시킨 상태의 중량과 각각의 시료를 상온에서 증류수에 침지한 후 한계 팽윤에 도달할 때까지 일정한 시간 간격마다 막 표면의 과도한 물기를 제거한 후 중량을 측정하여 아래의 식(1)을 이용하여 산출하였다. 팽윤의 정도는 각각 3회씩 반복하여 실험한 후 평균을 산출하였다.

$$\text{Swelling ratio (\%)} = [(W_s - W_d) / W_d] \times 100 \dots (1)$$

where,

W_d : The weight of dried sheet

W_s : The weight of swelled sheet

2.7 우뚝가사리 농도 변화에 따른 hydrogel의 강신도 측정

0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.0%의 agar hydrogel의 인장강도 및 신도는 인장강도기(UTM SSTM-1, USA)에 의해 측정되었고, 5kg load cell을 사용하였다. 시험편은 ASTM D1708 규격을 따랐고, 상온에서 10mm/min의 속도로 측정하였으며 시험은 총 7회씩 반복하여 실험한 후 평균을 산출하였다.

2.8 투습도(Moisture permeability) 측정

0.25%, 0.5%, 0.75%, 1.0%의 agar hydrogel의 수분 투과성은 ASTM 96에 따라 투습도를 측정하였다²⁸⁾.

증류수 30mL을 채운 내경 40mm의 실린더형 컵에 직경 50mm 크기의 시료를 얹어 고정한 후 온도 37 \pm 2 $^{\circ}$ C 상대습도 35 \pm 5%로 맞춰진 건조기에서 일정한 시간 간격에 따라 무게를 측정하였다. 각 시료는 총 3회 반복하여 실험 한 후 평균값을 사용하였으며, 투습도는 다음 식(2)에 따라 산출하였다.

$$\text{Moisture permeability (g/m}^2\text{/h)} = [(W_i - W_f) / 24 / A] \times 106 \dots (2)$$

where,

W_i : The weight of specimen at initial stage

W_f : The weight of specimen at final stage

A : Area of specimen

2.9 수분흡수도(Water absorption) 측정

우뚝가사리와 닥나무껍질 농도를 각각 1%, 0.1%로 고정하고, 미더덕 껍질의 함량만 달리하여 시트를 제조하여 수분흡수도를 측정하였다. 흡수율은 0.05%, 0.1% 미더덕 껍질이 함유된 hydrogel를 제조하여 건조기에서 완전 건조시킨 상태의 중량과 각각의 시료를 상온에서 증류수에 침지한 후 한계 팽윤에 도달할 때까지 일정한 시간 간격마다 시트표면의 과도한 물기를 제거한 후 중량을 측정하여 아래의 식(3)을 이용하여 산출하였다. 흡수율은 각각 총 3회씩 반복하여 실험한 후 평균을 산출하였다.

$$\text{Water absorption (\%)} = [(W_s - W_d) / W_d] \times 100 \dots (3)$$

where,

W_d : The weight of dried sheet

W_s : The weight of swelled sheet

2.10 미더덕껍질 함량에 따른 hydrogel의 강신도 측정

우뚝가사리와 닥나무껍질 농도를 각각 1%, 0.1%로 고정하고, 미더덕 껍질의 함량만 달리하여 시트를 제조하여 강신도를 측정하였다. 0.05%, 1.0%의 미더덕 껍질이 함유된 hydrogel의 인장강도 및 신도는 인장강도기(UTM SSTM-1, USA)에 의해 측정되었고, 5kg load cell을 사용하였다. 시험편은 ASTM D1708 규격을 따랐고, 상온에서 10mm/min의 속도로 측정하

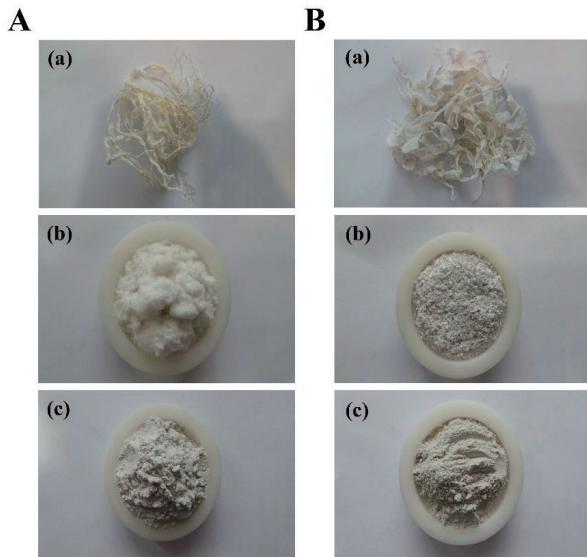


Figure 1. The powder of *B. papyrifera* tunic (A) and *Styela clava* tunic (B). No milling (a); 1st milling (b); 2nd milling (c).

였으며 시험은 총 7회씩 반복하여 실험한 후 평균을 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 미더덕 껍질 및 닥나무껍질 분말의 입도 분석

닥나무 껍질과 미더덕 껍질을 완전 건조 시킨 후, 두 차례의 분쇄과정을 거쳐 40mesh 1회, 120mesh 2회의 체 거름을 통하여 Figure 1과 같이 미세분말화한 후 사용했다. 입도분포는 증류수에 0.01g/mL 농도에서 입도분석기(ELS-Z, Photal Otsua Electronics, Japan)를 사용하여 분석하였다. 미더덕 껍질은 80~400 μm로 크기의 75% 분포하고, 닥나무 껍질은

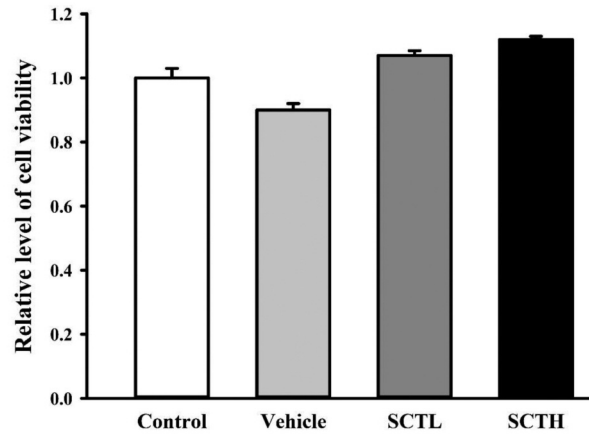
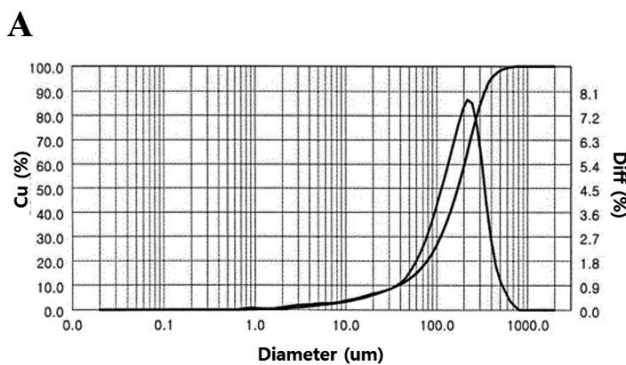


Figure 3. The cell toxicity of mask pack sheet according to *Styela clava* tunic.

5~50 μm로 크기의 70% 분포하였다. 각 분말의 입도 분포에 대한 그래프를 Figure 2에 나타내었다.

3.2 미더덕 껍질 분말의 농도 증가에 따른 세포 독성

서로 다른 조건에서 제조된 미더덕/닥나무 시트에 대한 피부결하조직 세포주인 L-929의 세포생존율을 평가하기 위해 MTT 분석을 실시하였다.

그 결과 Figure 3과 같이 control그룹과 비교하였을 때, 유의적인 차이는 없으나 미더덕 껍질 분말의 함량이 높은 막의 경우가 세포 생존률이 다소 증가하였다. 이러한 결과로부터 미더덕 분말이 포함된 막을 마스크팩 시트로 제조할 경우 유의적인 피부독성은 없을 것으로 예측된다.

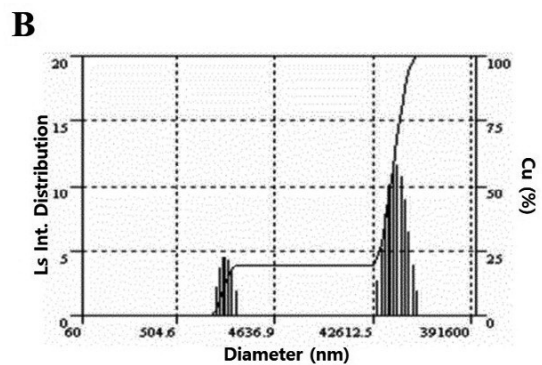


Figure 2. The particle size of *Styela clava* tunic powder (A) and *B. papyrifera* tunic powder (B).

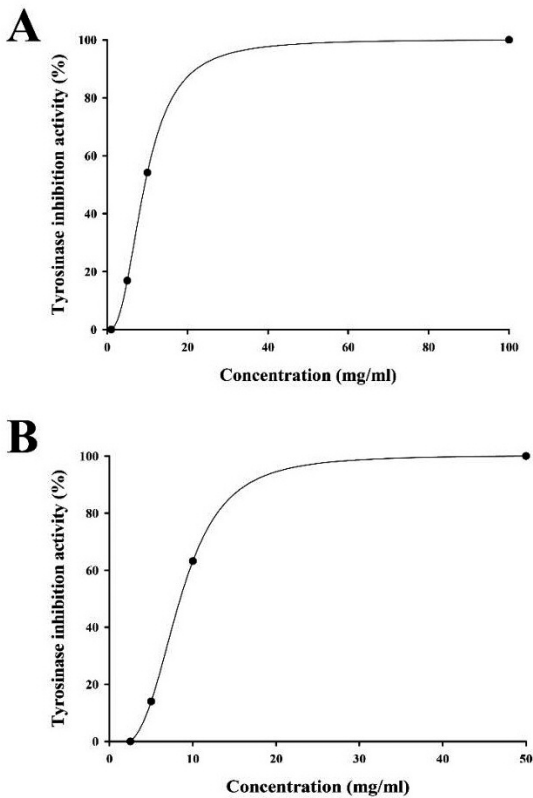


Figure 4. The effect of *Styela clava* tunic extract concentration on tyrosinase inhibition activity. (A) Hot water extract, (B) Autoclaved water extract.

3.3 미더덕 껍질분말의 미백활성

Tyrosinase는 melanosome에 있는 melanocyte 내에서 L-tyrosine과 L-DOPA(L-3,4 -dihydroxyphenylalanine)로부터 melanin을 합성하는 효소이다. 따라서 미백활성은 tyrosinase의 활성을 저해하는 정도를 조사함으로써 확인할 수 있다. 그 결과는 Fig-

Table 1. Tyrosinase inhibition activity of *S. clava* according to solvent for extraction

Extract solvent	Tyrosinase inhibition activity (%)
Hot water	54.2
Autoclaved water	63.2
Ethanol	100
Methanol	100
Acetone	100
Ethylacetate	100
Chloroform	79.2
n-Butanol	100
n-Hexane	50.9

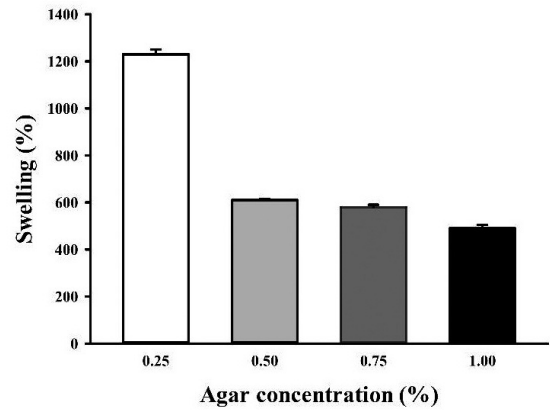


Figure 5. The relationship between swelling ratio and agar concentration.

ure 4과 Table 1에서 보는 바와 같다.

Ethanol, methanol, acetone, ethylacetate, n-butanol은 10mg/mL의 농도에서 tyrosinase 활성을 100% 저해하였으며, 그 외 추출물은 50.9~79.2%의 저해활성을 나타내었다. 각 추출물의 농도에 따른 tyrosinase inhibition activity를 측정한 결과는 Table 1과 Figure 4와 같이 모든 추출물이 농도 의존적으로 tyrosinase 저해활성을 나타냄을 알 수 있었다. Ethanol, methanol, acetone, ethylacetate, n-butanol 추출물은 비교적 저농도에서 저해활성이 뛰어났으나 그 외 추출물은 고농도에서 효과적이었다.

3.4 우뚝가사리 농도에 따른 마스크팩 시트의 팽윤도

우뚝가사리 함량이 마스크팩의 수분흡수도에 미치는 영향을 알아보기 위해 4가지 다른 농도의 우뚝가사리로 제조된 hydrogel의 팽윤성을 측정하였다.

Figure 5에서 제시하는 바와 같이, 우뚝가사리 0.25% 그룹이 가장 팽윤성이 높았으며 0.5% 그룹에서는 50% 감소하였다. 우뚝가사리의 농도가 높을수록 팽윤성은 감소하였으나 0.5%, 0.75%, 1.0% 그룹간의 유의적인 차이는 없었다. 우뚝가사리의 농도가 일정 기준 이상 낮으면 겔화되지 않으므로, 겔화가 적절히 이루어지는 선에서 적합한 우뚝가사리의 농도는 1%로 사료된다.

3.5 우뚝가사리 농도에 따른 마스크팩 시트의 강신도

우뚝가사리 함량을 변화시킨 후 마스크팩을 제조할 경우 강신도에 미치는 영향을 알아보기 위해 4가지 다른 농도의 우뚝가사리로 제조된 hydrogel의 인장강도

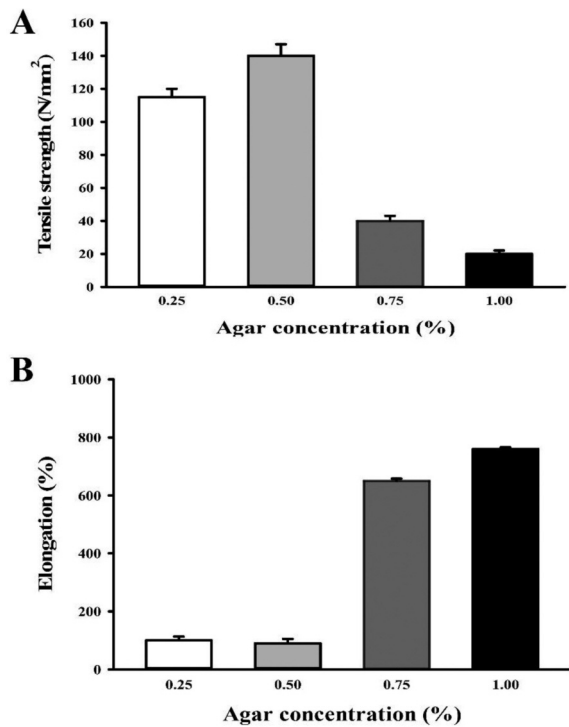


Figure 6. The mechanical properties of mask pack sheet according to agar concentration. (A) The tensile strength of mask pack sheet, (B) The elongation of mask pack sheet.

및 신도를 측정하였다.

Figure 6와 같이 인장강도 측정 결과, 우뚝가사리 함량 0.25% 그룹에 비해 0.5% 그룹에서 124% 증가하여 가장 높게 나타났다. 반면, 0.75% 그룹에서는 30.1%, 1.0% 그룹에서는 16% 감소하였다. 신도 측정 결과, 0.25%, 0.5% 그룹에서는 유의적인 차이가 없었다. 그러나 0.75% 그룹에서 678%, 1.0% 그룹에

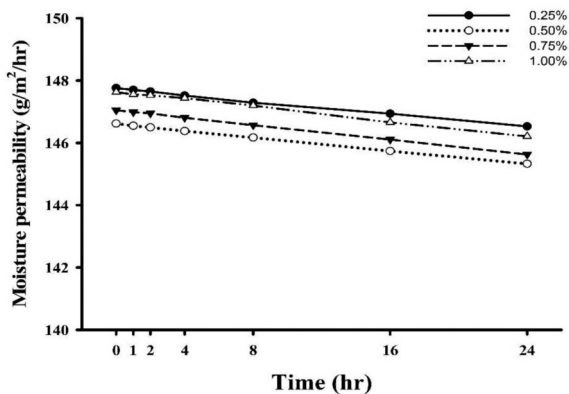


Figure 7. The moisture permeability of mask pack sheet relation between agar concentration and time.

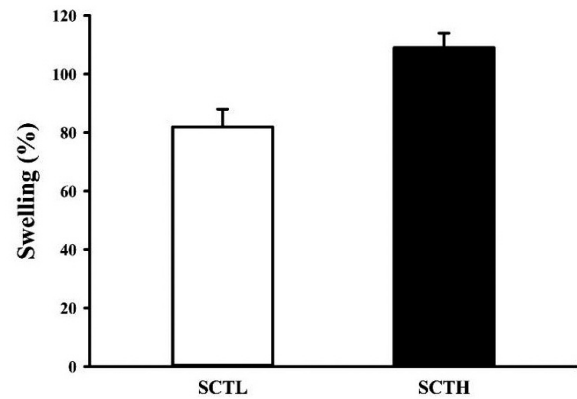


Figure 8. The water adsorption of mask pack sheet according to the concentration of *Styela clava* tunics.

서는 810% 증가하여 신도가 가장 높게 나타났다.

3.6 우뚝가사리 농도에 따른 마스크팩 시트의 투습도

우뚝가사리 함량이 마스크팩의 수분 투과성에 미치는 영향을 알아보기 위해 4가지 다른 농도의 우뚝가사리로 제조된 hydrogel의 투습도를 측정하였다.

Figure 7와 같이 투습도는 우뚝가사리의 농도가 0.75% 그룹이 35.80g/m²/hr이며, 우뚝가사리 농도가 1% 그룹이 35.50g/m²/hr로 유사한 값으로 나타나므로 우뚝가사리의 농도 1%가 겔화제로서 적합한 농도로 사료되었다.

3.7 미더덕 껍질 분말 함량에 따른 마스크팩 시트의 수분 흡수도

미더덕 껍질 분말의 함유된 마스크팩 시트의 수분흡수도에 미치는 영향을 알아보기 위해 Figure 8와 같이 우뚝가사리의 농도를 1%와 닥나무 껍질의 분말을 0.1%로 고정하고 2가지 농도의 미더덕 껍질 분말로 제조된 hydrogel막의 흡수율을 측정하였다.

SCTL과 SCTLH 그룹을 비교했을 때, SCTLH 그룹의 수분흡수도가 더 우수한 것으로 나타났다. 이는 미더덕 껍질이 친수성의 셀룰로오스 구조로 이루어져있기 때문으로 생각된다.

3.8 미더덕 껍질 분말 함량에 마스크팩 시트의 따른 강신도

미더덕 껍질 분말이 포함된 마스크팩 시트의 강신도에 미치는 영향을 알아보기 위해 Figure 9와 같이 우뚝가사리의 농도를 1%와 닥나무 껍질의 분말을 0.1%로 고정하고 2가지 다른 농도의 미더덕 껍질 분말로 제

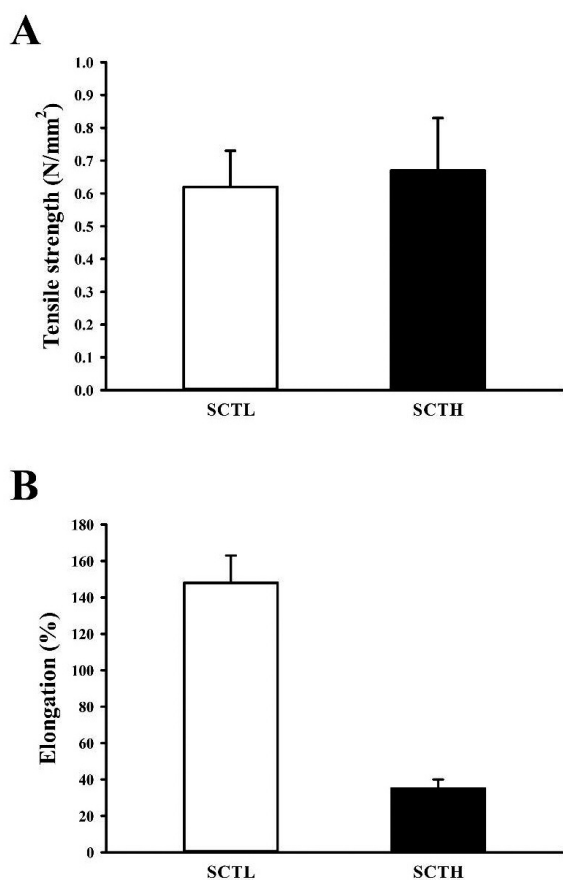


Figure 9. The mechanical properties of mask pack sheet according to concentration of *Styela clava* tunics. (A) The tensile strength of mask pack sheet, (B) The elongation of mask pack sheet.

조된 hydrogel막의 인장강도 및 신도를 측정하였다. 인장강도의 경우 미더덕 껍질의 함량에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나, 신도의 경우 SCTL 그룹에 비해 SCTLH 그룹이 21.9% 감소하여, 미더덕 껍질의 함량이 증가함에 따라 신도가 감소함을 확인하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 hydrogel화 능력이 우수한 우뚝가사리의 가공품인 한천과 보습성 및 피부미백의 효과가 우수한 다나무 껍질, 그리고 항산화 효과가 있는 미더덕 껍질을 혼합하여 기능성 화장품 소재로서 개발가능성을 검토하였다. 또한, 우뚝가사리의 함량에 따른 여러 가지 물성의 차이를 비교 분석하였다.

미더덕 껍질과 천연고분자 혼합물을 이용한 마스크팩 시트는 팽윤도, 강신도, 투습도 및 세포독성 등의 실

험으로부터 인체친화적인 화장용 마스크팩 시트의 적합한 소재임을 확인하였다. 미더덕 껍질 추출물의 DPPH radical 소거능력을 확인한 결과 열수 추출이 유기용매로 추출한 것에 비하여 효과는 부족하지만 실용성과 경제적이며 화학적 독성이 없으므로 화장품 소재로서 응용 가능성이 매우 높은 것으로 판단되었다. 비록 마스크팩 시트 제조에 미더덕 껍질 추출물이 아닌 미더덕 분말을 사용하여 마스크팩 시트의 항산화성을 동일하다 볼 수는 없지만 간접적으로 정성적 효능을 확인할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었습니다.

References

1. M. Skerget, L. Majhenic, M. Bezjak, and Z. Knez, Antioxidant, Radical Scavenging and Antimicrobial Activities of Red Onion(*Allium cepa* L.) Skin and Edible Park Extracts, *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly*, **23**, 435(2009).
2. S. H. Nam, S. E. Jung, Y. K. Lee, J. E. Kim, E. P. Lee, H. W. Choi, H. S. Kim, J. H. Lee, Y. J. Jung, and C. Y. Lee, Topical Application of Selenium can Significantly Relieve UV-induced Skin Aging in Hairless Mice, *Laboratory Animal Research*, **26**, 37(2010).
3. I. S. Hwang, J. E. Kim, S. I. Choi, H. R. Lee, Y. J. Lee, M. J. Jang, H. J. Son, H. S. Lee, C. H. Oh, and B. H. Kim, UV Radiation-induced Skin Aging in Hairless Mice is Effectively Prevented by Oral Intake of Sea Buckthorn(*Hippophae rhamnoides* L.) Fruit Blend for 6 Weeks through MMP Suppression and Increase of SOD Activity, *International J. of Molecular Medicine*, **30**, 392(2012).
4. E. K. Koh, J. E. Kim, J. Go, S. H. Song, J. E. Sung, H. J. Son, Y. J. Jung, B. H. Kim, Y. S. Jung, and D. Y. Hwang, Protective Effects of the Antioxidant Extract Collected from *Styela clava* tunics on UV Radiation Induced Skin Aging in Hairless Mice, *International J. of Molecular*

- Medicine*, **38**, 1565(2016).
5. M. Denda, C. Katagiri, T. Hirao, N. Maruyama, and M. Takahashi, Some Magnesium Salts and a Mixture of Magnesium and Calcium Salts accelerate Skin Barrier Recovery, *Archives of Dermatological Research*, **291**, 560(1999).
 6. M. Y. Kim, K. D. Cho, E. J. Kim, S. Y. Choi, S. Kim, C. K. Han, and B. H. Lee, Clinical Effectiveness of Regular Use of Unripe Apple Mask Pack on Skin Status of Middle-aged Women, *Korean J. of Nutrition*, **43**, 453(2010).
 7. J. H. Jang, C. Lee, S. C. Kim, J. W. Chung, and C. I. Park, Protective Effect of Marine Natural Products against UVB-induced Damages in Human Skin Fibroblast via Antioxidant Mechanism, *J. of the Society of Cosmetic Scientists of Korea*, **36**, 79(2010).
 8. M. S. Park, B. S. Chang, and D. H. Kim, The Bathing Effect of Mineral-Rich Water on Atopic Dermatitis Like Skin Lesions in Hairless Mice, *J. of Investigative Cosmetology*, **7**, 181(2011).
 9. G. Jiao, G. Yu, J. Zhang, and H. S. Ewart, Chemical Structures and Bioactivities of Sulfated Polysaccharides from Marine Algae, *Marine Drugs*, **9**, 196(2011).
 10. B. Kloareg and R. Quatrano, Structure of the Cell Walls of Marine Algae and Ecophysiological Functions of the Matrix Polysaccharides, *Oceanography and Marine Biology*, **26**, 259(1988).
 11. E. L. Mccandless and J. S. Craigie, Sulfated Polysaccharides in Red and Brown Algae, *Annual Review of Plant Physiology*, **30**, 41(1979).
 12. S. H. Ahn, S. H. Jung, S. J. Kang, T. S. Jeong, and B. D. Choi, Extraction of Glycosaminoglycans from *Styela clava* tunic, *Korean J. of Biotechnology and Bioengineering*, **18**, 180(2003).
 13. K. Y. Seong, S. H. Lee, S. G. Yim, H. J. Son, Y. H. Lee, D. Y. Hwang, and Y. J. Jung, Study for Biodegradability of Cellulose Derived from *Styela clava* tunics, *Textile Coloration and Finishing*, **27**(2), 149(2015).
 14. S. M. Kim, J. H. Lee, J. A. Cho, S. C. Lee, and S. K. Lee, Development of a Bioactive Cellulose Membrane from Sea Squirt Skin for Bone Regeneration - A Preliminary Research, *J. of Korean Association Oral and Maxillofacial Surgeons*, **31**, 440(2005).
 15. C. X. Xu, H. Jin, Y. S. Chung, J. Y. Shin, M. A. Woo, K. H. Lee, G. N. Palmos, B. D. Choi, and M. H. Cho, Chondroitin Sulfate Extracted from the *Styela clava* tunic Suppresses TNF- α -induced Expression of Inflammatory Factors, VCAM-1 and iNOS by Blocking Akt/NF-kappa B Signal in JB6 Cells, *Cancer Letters*, **264**, 93(2008).
 16. L. M. Nacional, S. J. Kang, and B. D. Choi, Antioxidative Activity of Carotenoids in Mideodeok *Styela clava*, *Fisheries and Aquatic Sciences*, **14**, 243(2011).
 17. S. H. Song, J. E. Kim, Y. J. Lee, M. H. Kwak, G. Y. Sung, S. H. Kwon, H. J. Son, H. S. Lee, Y. J. Jung, and D. Y. Hwang, Cellulose Film Regenerated from *Styela clava* tunics have Biodegradability, Toxicity and Biocompatibility in the Skin of SD Rats, *J. of Materials Science: Materials in Medicine*, **25**, 1519(2014).
 18. M. H. Kwak, J. Go, J. E. Kim, Y. J. Lee, S. H. Lee, H. S. Lee, H. J. Son, Y. J. Jung, and D. Y. Hwang, Property and Efficacy Analysis of Hydro-colloid Membrane Containing *Styela clava* tunic on the Wound Repair of Skin in SD Rats, *Biomaterials Research*, **17**, 91(2013).
 19. Y. J. Jung, B. J. An, H. S. Kim, H. W. Choi, E. P. Lee, J. H. Lee, H. D. Kim, S. M. Park, and S. D. Kim, Preparation and Properties of Regenerated Composite Fibers made from *Styela clava* tunics/PVA Blending(1), *Textile Coloration and Finishing*, **20**(2), 1(2008).
 20. Y. J. Jung, B. J. An, D. Y. Hwang, H. D. Kim, S. M. Park, H. Cho, and H. S. Kim, Preparation and Properties of Regenerated Cellulosic Biomaterial made from *Styela clava* tunics, *Biomaterials Research*, **12**, 71(2008).
 21. Y. J. Jung, Properties of Regenerated Cellulose Films Prepared from the Tunicate *Styela clava*, *Bulletin of the Korean Fisheries Society*, **41**, 237(2008).
 22. S. M. Lee, E. J. Kang, T. H. Go, S. Y. Jeong, G. T. Park, H. S. Lee, D. Y. Hwang, Y. J. Jung, and H. J. Son, Screening of Biological Activity of Solvent Extract from *Styela clava* tunic for Fishery Waste Recycling, *J. of Environmental Science International*, **23**, 89(2014).
 23. K. Y. Seong, E. K. Koh, S. H. Lee, M. H. Kwak, H. J. Son, H. S. Lee, D. Y. Hwang, and Y. J. Jung, Preparation

- and Characterization of High Absorptive Cellulose Film Derived from *Styela clava* tunic for Wound Dressing, *Textile Coloration and Finishing*, **27**(1), 70(2015).
24. Y. S. Baek, Y. B. Ryu, M. J. Curtislong, T. J. Ha, R. Rengasamy, M. S. Yang, and K. H. Park, Tyrosinase Inhibitory Effects of 1,3-diphenylpropanes from *Broussonetia kazinoki*, *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, **17**(1), 35(2009).
25. E. S. Yang, J. S. Hwang, H. C. Choi, R. H. Hong, and S. M. Kang, The Effect of Genistein on Melanin Synthesis and *in vivo* Whitening, *Korean J. Microbiology Biotechnology*, **36**(1), 72(2008).
26. H. J. Lim, J. Y. Lee, D. H. Kim, H. B. Kim, and S. S. Shin, Preparation and Evaluation of Polymer Microspheres Containing *Broussonetia kazinoki* Root Extract, *J. of the Society of Cosmetic Scientists of Korea*, **39**(2), 89(2013).
27. S. J. Park, K. S. Kim, B. G. Min, and S. K. Hong, Preparation and Release Characterization of Biodegradable Poly(ϵ -caprolactone) Microcapsules Containing Tocopherol, *Polymer Korea*, **28**(2), 103(2004).
28. E. A. McHullough, M. S. Kwon, and H. S. Shim, A Comparison of Standard Methods for Measuring Water Vapour Permeability of Fabrics, *Measurement Science and Technology*, **14**(8), 1402(2003).