

북한산 자생 식물 층층나무를 이용한 친환경 마스크팩 제작

김지훈 · 진신아리 · 진윤 · 차성호

하나고등학교

Creating eco-friendly mask packs incorporating chemical properties of plants from Bukhansan Mountain

Jihoon Kim · Sin-ari Jin · Yoon Jin · Seongho Cha

Hana Academy Seoul

Abstract Bukhansan Mountain is the representative mountain of Eunpyeong-gu, but public awareness of its ecological characteristics is low. In modern society, many people are interested in skin diseases and their solutions, and there is a demand for mask packs that alleviate them. This study aims to promote the native resources of Bukhansan Mountain and prevent skin diseases by producing a mask pack using the extract of *C. controversa*, a plant native to Bukhansan Mountain and verifying its antioxidant and antibacterial effects. The study manufactured a mask pack base, added extracts, verified the antioxidant ability through DPPH, verified the antibacterial effect through an experiment using *E. coli*, evaluated the efficacy of *C. controversa*, and produced a mask pack. As a result of the experiment, the *C. controversa* extract was proven to have superior antioxidant ability compared to the two control groups and showed an antibacterial effect against *E. coli*. Through this study, we found that *C. controversa* extract, a native plant from Bukhansan Mountain, has excellent antioxidant and antibacterial effects, and presented a method to prevent skin diseases by producing a mask pack using it. In addition to *C. controversa*, it is expected that making products related to skin diseases using native plants from Bukhansan will lead to disease prevention and promotion of products of Bukhansan Mountain.

Key words: Bukhansan Mountain, Mask packs, *E.coli*, DPPH, *Cornus controversa*

1. 서론

북한산은 은평구를 넘어 서울시를 대표하는 명산이다. 하지만 북한산의 명성에 비하여 북한산의 특징과 특산물에 대해 알고있는 사람은 드물다. 또한 현대 사회에는 대부분의 사람들이

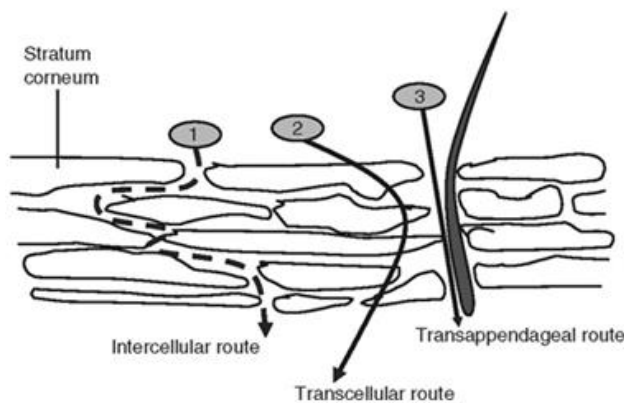
여드름, 두드러기와 같은 피부질환을 가지고있다. 미를 중요시하는 시대에 접어들면서 사람들의 피부질환 해결에 대한 관심이 점차 증대되고 있다. 특히, 얼굴에 발생하는 피부질환에 대한 관심도가 높는데 이를 완화시키는 것은 미용에서의 학문적 중심주제가 되어왔다. 이에 따라 얼굴에 붙여 사용하는 마스크팩을 사용하는 빈도가 늘었고 마스크팩을 통해 피부안정과 피부질환을 완화하려는 시도가 지속되고있다.

본 연구는 북한산이라는 특정 자연 공간에서 자생하는 층층나무를 이용해 마스크팩을 제작하여 북한산 홍보와 피부질환을 개선하고자 한다. 특히, 이 연구는 북한산에서 자생하는 층층나무를 가지고 제작한 마스크팩이 항산화능과 항균효과를 가지며 피부질환개선에 효과적임을 실험적으로 검증함으로써, 층층나무가 피부질환개선의 효과를 가져 북한산의 홍보수단으로 자리잡을 수 있게 하고자 한다. 이러한 연구가 피부 질환 개선 효과와 은평구의 북한산 자생 식물의 홍보 효과를 일으킬 것이라고 기대한다.

2. 이론적 배경:

2.1. 피부 흡수 메커니즘

대부분의 화장품은 경피흡수에 의해 피부 안으로 흡수된다. 경피흡수란, 피부 표면을 통과한 특정 물질이 다양한 경로를 통해서 표피를 통과하고 진피까지 도착해 확산하는 현상을 말한다. 진피 흡수는 아래 사진과 같은 과정을 따른다.



[그림 1. 피부의 흡수 메커니즘]

화장품의 유효성분은 피부를 통해 생체 내로 흡수될 때 크게 두 가지의 경로를 거친다. 하나는 각질층을 통과하는 경로인 transepidermal route 이고 다른 하나는 피지선과 땀선과 같은 부속기관을 통한 경로인 transappendageal route 이다. 이온화된 약물이나 일부 수용성 약물은 부속기관을 통한 경로가 각질층을 통한 경로보다 흡수 속도가 빠르다. 하지만, 부속기관이 차지하는 부피는 0.1%를 차지해 피부 흡수량이 매우 적다. 따라서 성분 대부분은 각질층을 통해 흡수된다.

각질층을 통한 경로는 1, 2에 해당하는데 각각 세포통과 경로와 세포사이 경로로 나뉜다. 세포통과 경로는 각질 세포를 직접 통과하는 경로로서, 극성이 높은 친수성 물질의 흡수에 주로 관여한다. 피부에 가장 많은 양이 흡수될 수 있는 경로지만 일반적인 물질은 각질층까지 통과될 수 있는데 반해 과립층에 존재하는 레인막으로 인해 과립층보다 더 안쪽으로는 통과될 수 없다. 세포사이 경로는 주로 피부 각질 세포 사이의 비극성 지방층을 통해 친유성 물질들이 흡수되는 경로이다. 비록 세포사이 경로가 경피흡수의 주된 경로이지만, 피부가 세포사이 경로를 통해 유효성분을 각질층으로 통과시킬 가능성은 0.3%에 불과하다. 따라서 이 경로의 효율을 극대화하는 것이 오늘날 화장품 개발의 주된 목적이다(정지연 외, 2014).

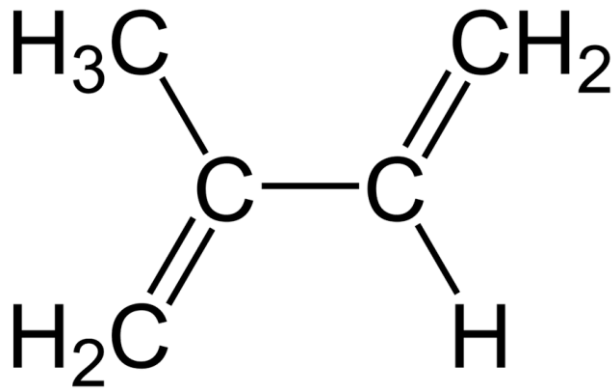
경피흡수 반응을 촉진하기 위한 여러 방법이 존재한다. 그중 한 가지가 AHA 이다. 이는 사탕수수의 글리콜릭산, 발효 우유의 젖산 등을 이용하는 것이다. AHA 는 각질층을 분해하고 피부의 수분량을 증가시켜 흡수를 촉진하는 방법이다. AHA 는 분자 구조가 가볍고 작아서 피부에 우수한 침투력을 가지며, 각질층에서 화학적으로 가수분해 작용을 일으켜 전기적인 이온 결합을 해체하는 역할을 한다. 특히, 글리콜릭산은 가장 작은 분자 구조를 가진 수용성 물질 중 하나로, 다른 AHA 보다 피부 침투가 우수하며 표피의 층판 구조를 이루는 세라마이드의 합성을 촉진하여 외부 자극물에 대한 피부의 저항성을 강화한다(Dubey V 외, 2007).

2.2. 테르펜(Terpene)

테르펜은 다양한 식물, 특히 침엽수 등에 의해 생산되어 곤충에 의해 흡수 및 재사용되는 다양. 피토케미컬은 식물 화학물질이라고도 하며 식물에서 자연적으로 만들어지는 유기화합물을 통틀어 일컫는다. 이들은 식물의 색을 내거나 향, 맛을 내며 항산화제로 작용하거나 인체의 호르몬처럼 작용한다.

테르펜은 피톤치드 정유를 이루는 주요 물질로 식물 스스로가 해충에 대한 방어적 기능을 위해 생성하였으며 심신 안정과 같은 효과를 제공한다. 테르펜 계통의 방향족 화합물은 휘발성 유기화합물로 이루어졌으며 향균성, 방취성 및 항염성 등의 생물학적 활성이 뛰어나다. 또 테르펜은 나무 자신을 미생물로부터 보호하는 일종의 항생제 역할을 수행하면서 신체 내에서는 피부를 자극하여 신체의 활성을 증가시키고 살균작용의 기능을 수행한다.

특히, 북한산에 자생하는 층층나무, 자작나무, 당단풍나무, 소나무 등이 이 테르펜 성분을 많이 함유하고 있다.



[그림 2. 테르펜의 구조]

2.3. 층층나무의 화학적 특성

층층나무는 온대지역 전역에 널리 분포하고 있는 낙엽활엽수이며 수고가 18~20m 정도 자라는 교목이다. 고로쇠나무와 같이 수액을 채취하여 이용하기도 한다. 층층나무의 수액은 Ca(Calcium), K(Potassium)가 90% 이상을 차지하며, Mg(Magnesium)와 Na(Sodium) 또한 풍부하게 함유하고 있다(박준형, 2018).

위 이온들은 facilitated diffusion 으로 세포막을 통과하여 인체에 들어가기에 마스크팩의 성분으로써, 피부 표면에 붙여 작용하기에 적절하다. 또한 Ca, K, Mg, Na 는 인체를 구성하는 성분 중 가장 중요한, 생리작용을 조절하는 역할을 해서 인체에 좋은 영향을 줄 수 있다(Campbell Biology).

2.4 LB 배지

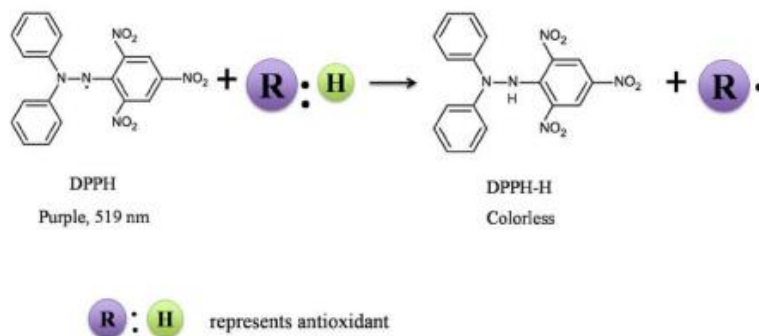
LB(Luria-Bertani broth) 배지는 대장균과 같은 세균들을 배양하는 데 사용되는 영양 배지이다. LB 배지는 균들이 성장하기 위한 다양한 물질들을 제공한다. LB 배지는 트립톤, 효모 추출물, 염화나트륨으로 구성되어 있다. 트립톤은 단백질 가수분해물로, 세포 성장에 필수적인 아미노산을 공급하고, 효모 추출물은 비타민, 물질 대사에 필요한 다양한 물질들을 제공한다. 염화나트륨은 세포 내외 삼투압을 유지한다. 이러한 조합을 통해 대장균의 대사와 증식의 효율을 증진시킬 수 있다. (정해임, 임동빈, 2016)

2.5 분광광도계

분광광도계는 물질이 빛을 얼마나 흡수하고 얼마나 투과시키는지를 측정한 정보를 추출하는 기기이다. 주로 자외선-가시광선 영역에서 작동하는데, 직접 설정한 빛의 파장에 따라 시료가 특정 파장의 빛을 흡수하거나 투과하는 강도를 분석하는 기능을 한다. 분광광도계의 기본 구성은 광원, 단색화 장치, 시료 셀, 검출기로 이루어진다. 광원은 빛을 방출하고 단색화 장치는 빛을 설정된 파장으로 분리한다. 이후 검출기에 검출된 빛은 흡광도(A)로 계산이 되는데 투과율(T)의 로그값으로 정의된다. ($A = -\log(T)$)(최광순 외 3 인, 2008)

2.6 DPPH

인간과 같은 호기성 미생물들은 신진대사 과정 중 호흡을 통해 에너지를 얻는다. 호흡 과정에서 필요한 산소는 생물에게 유독한 물질로, 세포내에서 활성산소(Reactive oxygen species, ROS)로 전환되어 탄수화물과 단백질, DNA 등 세포의 화학적 손상을 초래한다. 항산화 물질은 이러한 활성산소를 제거할 수 있는 물질을 말하며, DPPH 라디칼 소거능 확인을 통해 활성산소제거 여부를 확인 할 수 있다. DPPH(2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) 분석은 식물 추출물에 가장 일반적으로 사용되는 항산화 측정법으로 그 자체가 안정한 라디칼이다. 519nm 에서 광 흡수를 나타내는 자색의 혼합물로 항산화 물질에 의하여 환원될 시 본래의 색을 잃는다.(조성민,2016)



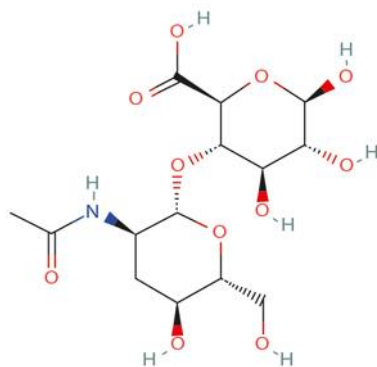
[그림 3. DPPH]

2.7 그 외 용액들

본절에서는 마스크팩에 들어간 기타 용액에 대해 서술하였다.

(1) 히알루론산($\text{C}_{33}\text{H}_{54}\text{N}_2\text{O}_{23}$)

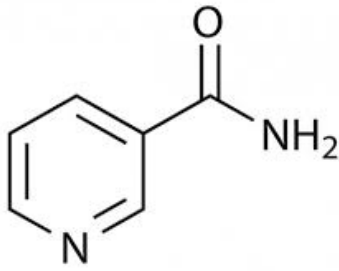
N-아세틸글루코사민과 글루쿠론 산으로 이루어진 고분자 화합물로 피부보습성분을 갖는다.(김윤선 외 5인, 2018)



[그림 4.히알루론산]

(2) 나이아신아마이드

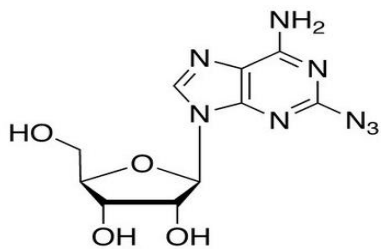
기능성 미백물질로 화장품이나 거품세안제에 주로 사용된다.(여수호, 2021)



[그림 5. 나이아신아마이드]

(3) 아데노신

아데노신은 주름개선 효능을 가진 원료로 콜라겐 합성을 촉진시켜 피부의 주름을 완화하고 탄력을 증대시킨다. (이서영,2020)



[그림 6. 아데노신]

3. 연구 방법 및 절차

3.1. 연구 방법

본 연구에서는 북한산에 자생하는 층층나무의 추출물을 이용하여 마스크팩을 제작하고, 이 화학적 효능을 검증하여 실제 제품을 만들어보는 것을 목표로 한다. 이 과정에서 검증할 화학적 특성은 항산화성과 살균 효과로, DPPH 항산화능 실험과 대장균 배양 실험을 통해 검증했다.

먼저, 추출물을 넣지 않은 기본이 되는 마스크팩을 제작한다. 마스크팩은 여러 논문에 나와 있는 비율들과, 부작용 가능성 등을 고려해 아래와 같은 배합비율을 정했고, 로즈워터나 라벤더 에센셜 오일과 같이 항산화성이나 살균 효과에 직접적인 영향을 주지 않는 물질들에 대해서는 여러 번의 임의 비율의 배합을 거쳐, 실제 도포했을 때 가장 이물감이 덜 한 비율을 찾았다.

DPPH 용액을 사용한 항산화능 실험은 신체를 산화시키는 활성 산소를 제거하는 DPPH 용액의 특성을 이용한 실험이다(Gulcin & Alwasel, 2023). 층층나무 추출물을 넣은 마스크팩 용액과 월계수, 케일과 같은 일반적인 식물들의 추출물을 넣은 용액, 그리고 아무것도 넣지 않은 마스크팩 용액을 분광광도계에 돌려 흡광도를 비교했다. 이를 통해 층층나무 추출물과 다른 마스크팩 배합 성분 간의 차이점을 비교할 수 있다.

여드름 치료 기능을 보유한 마스크팩 제작을 목표로 했으므로 항균력을 보유 유무를 확인해보기 위해 항균 실험을 진행하였다. 층층나무를 넣지 않은 마스크팩과 층층나무를 넣은 마스크팩의 항균력을 비교하기 위해서 대장균을 LB 배지에 도포한 후 두 종류의 마스크팩을 올려 배양해보았다.

3.2. 연구 절차

본 연구는 다음과 같은 절차로 수행되었다. 연구는 먼저 추출물을 넣기 전의 마스크팩 베이스의 배합 비율을 찾아 제조하고, 이 베이스에 추출물을 넣어 항산화능과 살균 효과를 측정했다.

3.2.1. 마스크팩 베이스 제조

먼저 마스크팩 베이스의 배합 비율을 찾아 제조한다. 베이스의 기본 조합은 실제 미용용품 제작 회사의 비율을 참고하여 뼈대를 잡았다(Formula Botanica). 또한, 많이 사용하면 독성으로 인해 부작용이 발생할 수도 있는 아데노신의 경우, 제약회사의 배합 비율보다 적게 베이스의 배합 비율을 설정해 만들려고 했다(Singh & McKintosh, 2023). 항산화성과 살균 효과에 직접적 관련 없이 마스크팩의 이물감과 향기 등을 위해 사용되는 로즈워터와 라벤더 에센셜 오일의 경우, 여러 번의 배합을 통해 정성적으로 점성과 향기의 이물감이 가장 적게 느껴지는 배합 비율을 찾았다.

3.2.2. DPPH 항산화능 실험

DPPH 용액을 이용한 항산화능 실험은 두 차례 진행했다. 첫 번째 실험은 마스크팩 베이스에 추출물을 넣기 전 추출물과 여러 대조군 간의 항산화능을 비교했으며, 두 번째 실험은 마스크팩 베이스에 추출물을 넣어 완성된 마스크팩 용액을 이용해 항산화능을 측정했다. 분광광도계의 파장은 517.0nm로 설정하고, 시작 전 블랭크 시약을 이용하여 영점을 맞춘 후 진행했다.

구체적으로 두 개의 각 실험별 과정을 살펴보면 아래와 같다.

1) 첫 번째 실험; 순수 층층나무 추출물의 항산화능 비교

- (1) 막자사발에 물 20g 과 층층나무 잎을 넣고 뺀다.
- (2) 뺀 추출물을 거름종이를 이용해 걸러 비커에 담는다.
- (3) 걸러진 추출물에 DPPH 용액을 넣고 큐벳에 넣는다.
- (4) 1-3 번까지의 과정에 대해 케일과 청경채도 똑같은 과정을 시행한다.
- (5) 블랭크 시약을 이용해 분광광도계의 영점을 맞춘다.
- (6) 1-4 번에서 얻은 시약을 분광광도계에 넣고 결과를 측정한다.

2) 두 번째 실험; 마스크팩 베이스와 추출물을 합친 용액에 대한 항산화능 비교

- (1) 첫 번째 실험의 1-2 까지의 과정을 동일하게 시행한다.
- (2) 첫 번째 실험의 2 번 과정과 3 번 과정 사이에 추출물을 마스크팩 베이스에 넣는 과정을 추가한다.
- (3) 첫 번째 실험의 3-6 번까지의 과정을 동일하게 시행한다.

3.2.3. 항균 효과 실험

마지막으로, 제작한 마스크팩의 항균 효과를 실험하기 위해 다음과 같은 절차로 대장균 배양 실험을 실행했다.

1) LB 배지 만들기

항균 실험을 위해서 LB 배지를 직접 만들어서 사용하였다. LB 배지를 만든 방법은 다음과 같다.

- (1) 삼각플라스크에 증류수 200ml 을 넣는다.
- (2) 삼각플라스크에 NaCl 2g, Yeast extract 1g, Tryptone 2g, Agar 3g 을 각각 넣고 교반기를 사용하여 녹인다.
- (3) 호일로 입구를 막은 후, 멸균기에 넣고 121℃에서 15 분간 멸균한다.
- (4) 분젠버너 아래에서 petri dish 에 배지를 붓고 뚜껑을 덮고 굳힌다.
- (5) 약 1~2 일 정도 상온에서 보관한 후, 습기가 없어지지 않도록 랩으로 싼 후 뒤집어서 4℃에서 보관한다.

2) 마스크팩 샘플 준비

마스크팩은 과정 1 과 동일한 방법으로 제작하여 준비한다. 두 종류의 마스크팩을 가로 5cm, 세로 5cm 로 잘라서 마스크팩 샘플을 만든다. .

3) 균 희석

대장균을 100%, 10%, 1%, 0.1%로 각각 희석한다. 100%의 경우 conical tube 1 에 균 50 μ L, 10%의 경우 conical tube 2 에 균 5 μ L, 증류수 45 μ L, 1%의 경우 conical tube 3 에 균 10% 희석액 5 μ L, 45 μ L, 0.1%의 경우 1% 희석액 5 μ L 와 증류수 45 μ L 를 넣어 제조한다.

4) 대장균 배양

LB 배지에 위에서 만든 4 종류의 대장균 희석액을 백금으로 각각 도포한 뒤, 37 도에서 48 시간 배양하여 최적의 희석 비율을 찾는다.

5) 마스크팩 배치 및 균 도포

위에서 찾은 최적의 희석 비율로 희석한 대장균을 백금이를 사용해 LB 배지에 도포한다. 이후 두 종류의 마스크팩을 잘 접촉할 수 있도록 각각 LB 배지 위에 배치한다. 배지를 밀폐한 후, 37 도로 48 시간 동안 배양한다. 48 시간 후 배지를 인큐베이터에서 꺼내 균을 관찰한다.

4. 연구 결과

4.1. 마스크팩 베이스 제조 결과

위 3.2.1. 의 실험과정을 참고하여 얻어낸 최종적인 베이스와 첨가될 추출물의 질량은 다음 Table 1.의 내용과 같다.

Table 1. Grams of Ingredients of Mask Pack Base

	7.5 m% Adenosine	1 % Hyaluronic acid	Niacinamide	Lavender essential oil	Rose water	Distilled water	<i>C. controversa</i> extract
Weight (grams)	1	10	2	1	50	60	5

4.2. DPPH 항산화능 실험 결과

두 차례 실험 결과는 아래 Table 2, Table 3 의 내용과 같다.

Table 2. Contrast of Antioxidant Activity between *C. controversa* Extract and Other Plants by DPPH Assay

<i>B. acephala</i>	<i>B. chinensis</i>	<i>C. controversa</i>
--------------------	---------------------	-----------------------

	(케일)	(청경채)	(충충나무)
T (%)	61.5	71.1	75.0
Abs	0.210	0.148	0.125
RSA (%)	20.3	27.5	38.7

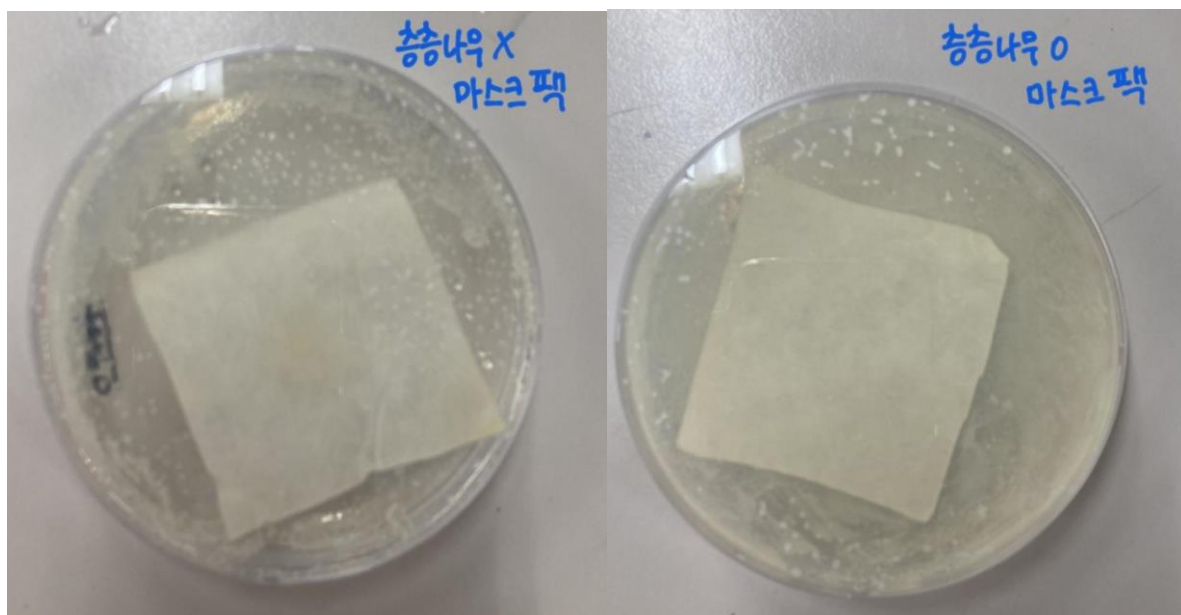
Table 3. Contrast of Antioxidant Activity between Mask Pack with *C. controversa* Extract and Other Plants by DPPH Assay

	<i>B. acephala</i> (케일)	<i>B. chinensis</i> (청경채)	<i>C. controversa</i> (충충나무)
T (%)	76.1	77.6	78.8
Abs	0.118	0.110	0.103
RSA (%)	29.8	31.4	38.7

첫 번째 실험을 통해 충충나무의 순수한 항산화능이 다른 식물들에 비해 뛰어나다는 것을 알 수 있었고, 두 번째 실험을 통해 실제 마스크팩 베이스에 충충나무 추출물과 다른 식물 추출물을 넣고 투과율을 측정해도 높은 투과율이 나와 항산화능이 높다는 결과를 알 수 있었다.

4.3. 항균 실험 결과

항균 실험의 결과는 다음과 같이 나타났다.



[그림 7. 항균효과]

100%의 농도의 대장균을 배양한 결과, 층층나무 추출물이 들어가지 않은 마스크팩의 경우 마스크팩 주위뿐만 아니라 마스크팩이 올려진 부분까지도 대장균이 자라난 것을 확인할 수 있었다. 반면, 층층나무 추출물이 들어간 마스크팩의 경우 마스크팩 주위에만 대장균이 자라났을 뿐 마스크팩 위에는 대장균이 자라나지 않았다. 결론적으로 실험을 통해 층층나무 추출물을 넣은 마스크팩의 항균력을 검증할 수 있었으며, 이러한 뛰어난 항균력은 마스크팩의 피부 개선 효과와 상품성 모두를 높일 것으로 기대된다.

5. 결론 및 논의

본 연구에서는 층층나무를 이용한 마스크팩의 효능을 분석하기 위해 DPPH, 대장균 배양 실험을 진행하였다. 연구 결과, 층층나무 추출물이 포함된 마스크팩에서 더 높은 항산화능을 보였고 대장균의 성장을 억제하였다.

특히, 본 연구는 북한산이라는 지역적 배경을 이용하여 연구를 진행하였으므로 북한산이 속한 은평구의 특산품으로 층층나무가 지정되어 지역이 홍보되거나 지역 환경 유지에 도움을 줄 수 있게 될 것으로 기대한다. 뿐만 아니라, 북한산에 대한 관심을 증진시켜 북한산의 생물 다양성을 증진시키는 데 도움이 될 것이다.

하지만, 본 연구는 두 가지의 한계점을 지닌다. 첫째, 항산화 및 항균 효과를 진행한 실험의 환경에서의 한계가 존재한다. 앞서 진행된 실험들은 실제 피부에서 진행된 것이 아니라 페트리 접시와 같은 특정 제한된 환경에서 진행되었기 때문에 실제 피부에서의 효능은 다를 수 있다. 두번째 한계점으로는 한 가지의 식물만 활용했다는 점이다. 북한산에는 층층나무 이외에도 다양한 효능을 지닌 자생 식물들이 존재한다. 하지만, 그러한 식물들을 모두 조사하여 가장 효율적인 식물을 탐색해보지 못했다는 한계를 지닌다.

본 연구는 북한산에서 자생하고 있는 식물 층층나무의 잠재적 가치를 발굴하고 이를 이용해 마스크팩을 만들었다는 의의를 지닌다. 또한, 이의 효능을 실험을 통해 검증함으로써 본 연구를 통해 북한산의 가치와 명성을 증진시켰다는 중요한 함의를 가진다.

참고문헌

- Guclin, ' i. & Alwasel, S. H. (2023). DPPH Scavenging Assay, *Processes* 2023, 11(8), 10-13.
- Racz, T. (2020). How to Make a Rose Hydrating Facial Serum.
<https://formulabotanica.com/hydrating-facial-serum/>.
- Singh, S. & McKintosh, R. (2023). *Adenosine*, StatPearls.

김윤선, 김대현, 김유미, 박선규, 이천구 & 강내규(2018). 히알루론산의 각질 유동성 향상을 통한 주름 개선 펩타이드 피부 흡수 촉진. 대한화장품학회지, 44(4), 447-453.

이서영(2020). 아데노신 함유 나노플렉시블 베시클 제조. 동덕여자대학교 자연과학대학원, 53-

57.

여수호(2021). 나이아신아마이드의 인공피부조직 투과 개선을 위한 고휘도자외선노출자의 설계 연구. 대한화장품학회지, 47(2), 133-138

조성민(2016). DPPH radical scavenging activity (DPPH 라디칼 소거능) .서울대학교.