

피부재생용 나노셀룰로스가 포함된 복합 소재의 제조 및 특성평가

한재현¹, 김인경^{2*}

¹한남대학교 코스메틱사이언스학과 대학원생, ²한남대학교 코스메틱사이언스학과 교수

Manufacturing and characterization of composite materials containing nanocellulose for skin regeneration

Jae-Hyeon Han¹, In-Kyoung Kim^{2*}

¹Graduate Student, Department of Cosmetic Science, Hannam University

²Professor, Department of Cosmetic Science Hannam University

요약 본 연구에서는 우뚝가사리 나노셀룰로스, 새싹삼 추출물, 담팔수 추출물이 포함된 복합소재의 제조 및 항균, 항염, 창상치유 효과를 연구하여 드레싱제의 원료로 활용하고자 한다. 이를 위해 나노셀룰로스 제조 검증, HPLC 분석을 통한 compound K와 Pentagalloylglucose 함량분석, 복합추출물 배합비에 따른 항균 활성 평가, NO 생성량을 통한 항염효능, SD rat을 통한 창상치유 검증을 수행하였다. 실험결과 각각의 추출물에 항균, 항염효능을 가지는 Compound K (0.38 ± 0.02 mg/mL), PGG ($177.67 \mu\text{g/mL}$)가 포함된 정도와 SS3DP7에서 표피포도상구균과 황색포도상구균에 대한 항균 효능을 확인하였다. 복합소재는 55% 이상의 항염증 효과와 창상 유발 후 1~2 일 차에 대조군 대비 10% 이상 높은 창상회복율이 관찰되었다. 추후 위와 같은 친환경 소재의 효능을 활용한 습윤 드레싱 제품 개발을 진행하고자 한다.

주제어 : 우뚝가사리, Compound K, PGG, 항균, 항염, 친환경

Abstract In this study, we will study the antibacterial, anti-inflammatory, and wound healing effects of a composite material containing Gelidium amansii nanocellulose, ginseng extract, and Elaeocarpus sylvestris var. ellipticus extract and use it as a raw material for a dressing. To this end, we performed verification of nanocellulose manufacturing, analysis of compound K and pentagalloylglucose contents through HPLC analysis, evaluation of antibacterial activity according to the mixing ratio of the composite extract, anti-inflammatory efficacy through NO production, and wound healing verification using SD rats. As a result of the experiment, the degree of Compound K (0.38 ± 0.02 mg/mL) and PGG ($177.67 \mu\text{g/mL}$) containing antibacterial and anti-inflammatory efficacy in each extract was confirmed, and antibacterial efficacy against Staphylococcus epidermidis and Staphylococcus aureus was confirmed in SS3DP7. The composite material showed an anti-inflammatory effect of more than 55%, and a wound healing rate higher than 10% was observed compared to the control group 1-2 days after wound induction. In the future, we plan to develop a wet dressing product that utilizes the efficacy of eco-friendly materials as described above.

Key Words : Gelidium amansii, Compound K, PGG, Antibacterial, Anti-inflammatory, Eco-friendly

*Corresponding Author : In-Kyoung Kim(hikyoung7@hanmail.net)

Received March 20, 2022

Revised April 20, 2022

Accepted December 21, 2024

Published December 30, 2024

1. 서론

현재 지구는 플라스틱, 석유 등의 화학 물질로 인하여 급속도로 오염되고 있는데, 이를 알면서도 생활의 편리함을 포기하지 못하여 인간은 여전히 화학 물질을 활발하게 사용하는 중이다. 그러나, 최근에는 늘어나는 이산화탄소로 인한 지구온난화 현상과 썩지 않는 플라스틱 탓에 생겨나는 바다 오염, 바다 생물의 죽음 등 환경적인 문제가 심각해지고 있어서 친환경에 관한 관심이 선택이 아닌 필수가 되어가고 있다. 최근 우리는 기상이변과 함께 자연재해에 대한 소식들을 자주 접하고, 때로는 우리가 직접 피해를 입기도 한다. 지난 20세기 동안에 지구 평균기온은 약 0.6 ± 0.2 °C 정도 상승하였는데 이러한 변화가 대기 중 온실가스농도 변화와 밀접한 관계가 있으며 이러한 지구온난화는 자연적인 기후변화가 아니라 산림 훼손, 화석연료의 과한 사용 등이 원인이다 [1]. 친환경 상품은 생산, 소비, 폐기의 전과정에서 환경오염을 저감시키고 자연자원과 유해물질의 사용을 최소화하는 제품으로 정의할 수 있으며 점차 강화되고 있는 국제사회의 제품 환경성 관리 동향을 감안할 때, 친환경 상품의 보급 확대는 환경보존에 기여할 뿐 아니라 국가와 지구를 위해 꼭 필요한 대치이다. 따라서, 본 논문에선 천연물 소재인 우뭇가사리와 새싹삼, 담팔수를 활용하여 항균, 항염, 창상치유 효능을 가지는 복합소재를 제조하고자 한다.

Compound K(CK)는 진세노사이드(Ginsenoside)의 일종으로 당뇨병, 혈관염증 질환, 면역력 증진, 피로 해소, 항암, 피부 주름 개선 등의 효과가 있다고 보고되었다[2-5]. 증폭시킨 홍삼으로부터 분리한 ginsenoside Rh2(Rh2)와 compound K(CK)의 융복합적 항염증 및 항암 효과 연구 결과, Rh2, CK mixture가 10 ug/ml 일 때 Hep3B 세포에서 세포독성이 없고 IL-6 감소율이 102%로 항염증 효과가 있는 것으로 나타났다[6]. 인삼 잎은 Compound K를 생산하는데, 효율적으로 활용될 수 있는 소재이며 삼 씨앗을 심어 1년 동안 키운 새싹삼에서 항염증 효능을 가진 Compound K를 추출하였다.

Pentagalloylglucose(PGG)는 가수분해성 탄닌으로 항균, 항염증, 항당뇨병 및 항산화제로서 기능적 특성을 보인다는 연구 결과가 있다[5]. 담팔수는 제주도 일대에서 자생하는 상록성 교목으로 담팔수 추출물에서 PGG, coniferyl alcohol, umbelliferone, scopoletin, β -sitosterol, daucosterol 등이 분리되었으며 항산화,

항염증, 항암 등 다양한 생리활성과 각종 바이러스의 치료 및 예방 효과가 있다[7-11].

나노셀룰로스는 저비용, 고강도, 생체적합성, 창상치유, 무독성 등의 여러 장점으로 인해 신소재로 주목받고 있다[12-13]. 의약 목적으로는 기체분자, 천연 및 합성 고분자와 신규 하이브리드 재료 등의 연구가 지속적으로 발전하고 있으나 아직까지는 대부분의 원료를 목질계를 통하여 조달하고 있어 해조류 중 하나인 우뭇가사리를 활용한 나노셀룰로스를 제조하였다. 우뭇가사리는 항염 활성, 항산화 활성 등에 도움이 되는 성분이 풍부하게 들어있는 해조류라는 연구 결과가 보고되었다 [14-15]. 본 연구에서는 천연물 소재를 활용하여 항균, 항염증, 창상 치유 효능을 가지는 복합소재를 제조하는 것을 목표로 한다.

2. 연구방법

2.1 시약

우뭇가사리 나노셀룰로스 제조에는 hydrogen peroxide (DEASUNG, KOREA), Sodium Hydroxide (YOUNGJIN, KOREA), 천연식물 추출물 제조에는 ETHANOL (DUSAN, KOREA), ABT-B 유산균 (SAMIK DAILY & FOOD Co., Ltd, KOREA)이 사용되었다.

2.2 우뭇가사리 나노셀룰로스 제조

천연 우뭇가사리에서 한천을 제거하고 셀룰로스 섬유를 제조하기 위해 가압 추출기를 사용하여 100°C에서 3시간 가동 후 세척하는 과정을 2회 반복한 후, 전처리공정을 3차까지 진행한다. 전처리공정은 물과 우뭇가사리, 과산화수소, 수산화나트륨을 넣고 90°C에서 1시간 가열 후 200 mesh 표준체를 사용하여 세척을 진행한다. 과산화수소 및 수산화나트륨의 양은 전처리공정이 진행됨에 따라 2차 공정에서는 1차 공정 대비 55%, 3차 공정에서는 2차 공정 대비 75% 감소하게 하여 전처리공정을 진행한 후 플라즈마 살균 장비를 사용하여 살균공정을 진행하였다. 균일한 나노셀룰로스를 얻기 위해 3차 증류수에 전처리 우뭇가사리(살균)를 1% 넣고 해리하여 원료를 분산시킨 후 해조류 나노분쇄 장비에 넣은 후 그라인더 밀 회전속도 7,000rpm, 호퍼 교반기 300rpm으로 8시간 동안 가동하여 나노셀룰로스를 제조하였다.

2.3 천연식물 혼합추출물 제조

2.3.1 새싹삼 발효물 제조 및 성분 함량 분석

열풍건조 시킨 새싹삼을 분쇄하여 분말화된 새싹삼을 유리병에 50% Ethanol과 넣고 60℃에서 3시간 2회 환류 추출 후 추출액을 카트리지필터로 여과하고 brix 10까지 감압 농축하였다. 새싹삼 농축물에 0.1 % ABT-B 유산균을 넣어 37℃에서 24시간 발효 후 121℃에서 15분 동안 유산균 및 효소를 불활성화시켜 새싹삼 발효물을 제조하였다. 새싹삼 발효물의 Compound K 함량분석을 위하여 새싹삼 발효물을 3차 증류수를 이용하여 희석 후 원심분리 (12,000 rpm, 10 min) 하였다. 상층액을 0.45 um PVDF syringe filter(UK)로 필터링 후, HPLC 분석하여 Compound K의 함량을 확인하였다.

2.3.2 담팔수 추출물 제조 및 성분 함량분석

열풍건조 시킨 담팔수를 분쇄하여 분말화된 담팔수를 유리병에 70% Ethanol과 넣고 60℃에서 3시간 2회 환류 추출 후 추출액을 카트리지필터로 여과하고 brix 10까지 감압 농축하여 담팔수 추출물을 제조하였다. 담팔수 추출물의 Pentaagalloylglucose(PGG) 함량분석을 위하여 담팔수 추출물을 3차 증류수를 이용하여 희석 후 원심분리 (12,000 rpm, 10 min) 하였다. 상층액을 0.45 um PVDF syringe filter로 필터링 후, HPLC 분석하여 PGG 함량을 확인하였다.

2.3.3 항균 시험

천연식물 혼합추출물 성분비 확립을 위하여 항균 시험을 진행하였다. 3종의 피부 상재균 황색포도상구균, 표피포도상구균, 대장균은 한국생명공학연구원 미생물 자원센터(Daejeon, Korea)에서 분양받았고, 미생물 배양은 Tryptic soy broth(TSB, Difco Co.) 배지와 Tryptic soy broth agar(TSA, Difco Co.)를 사용하여 37℃ incubator에서 균주에 따라 24~39시간 배양하여 항균 실험에 사용하였다.

각 균주는 TSB 배지에 접종하여 24시간 배양한 다음 멸균수로 희석한 균 배양액을 이용하였다. TSB 배지를 30mg/mL가 되도록 양을 조절하여 test tube에 주입한 후 121℃에서 20분간 멸균하여 세균을 100μL씩 주입하여 37℃ incubator에서 배양하여 실험 균주로 사용하였고, TSA 배지를 40mg/mL의 농도로 조절하여 clear zone의 도말 배지로 사용하였으며 멸균된 면봉을

사용하여 도말을 진행하였다. 이후 8mm paper disc에 시료를 분주하여 37℃ incubator에서 24시간 동안 배양한 다음 형성된 clear zone의 크기를 관찰하여 각 혼합추출물의 농도별(Table 1.) 항균 활성을 평가하였다.

Table 1. Blending ratio of natural extracts

| Component (wt%) | SS | SS3D P7 | SS5D P5 | SS7D P3 | DP |
|-----------------------------|-----|---------|---------|---------|-----|
| Sprout Ginseng (SS) | 100 | 30 | 50 | 70 | 0 |
| Elaeocarpus sylvestris (DP) | 0 | 70 | 50 | 30 | 100 |

2.4 복합조성물

2.4.1 복합조성물 제조

복합조성물은 비이커에 천연식물 혼합추출물 (SS3DP7) 69wt%와 5% hyaluronic acid(10~30 kDa) 20wt%, 1% 나노셀룰로스 1wt%를 넣은 후 교반기를 이용하여 500rpm에서 30분간 교반하여 제조하였다.

2.4.2 항염증 시험

항염증 활성을 알아보기 위하여 RAW 264.7 세포로부터 생성되는 NO의 양을 세포 배양액 중 존재하는 NO₂-의 형태로 Griess reagent 반응법을 이용하여 측정하였다. 즉, RAW 264.7 세포를 48 well plate에 1×10⁵ cells/well이 되도록 분주하여 18시간 배양한 후에 시료 0, 6.25, 12.5, 25, 50 μg/mL와 LPS(1 μg/mL)를 동시처리 또는 LPS(Lipopolysaccharide, Sigma-Aldrich, USA)를 단독처리하여 24시간 배양하였다. 세포 배양액을 얻어 nitrite 양의 측정은 Griess reagent(Sigma-Aldrich, USA)를 이용하여 측정하였다.

2.4.3 피부 자극 시험

식품의약품안전처(MFDS) 기능성 화장품 심사에 관한 규정(제2021-55호, 2021.6.30.) 및 PCPC(Personal Care Products Council) 2014 Safety Evaluation Guideline에 근거하여 30명 이상의 유효데이터를 확보를 위해 적격한 피시험자를 32명(남성 3명, 여성 29명), 평균연령 47세(20대 1명, 30대 5명, 40대 10명, 50대 16명) 모집하여 시험을 진행하였다. 착색이나 피부 손상

이 없는 평평한 등 부위를 70% 에탄올로 닦아낸 뒤 건조한 후 연구 대상자의 등에 15 μ L의 시료를 Finn chamber에 도포 후 plaster로 고정한다. 첫째 날 피부과 전문의의 면담 및 진찰 후 패치를 부착한 후 24, 48, 72 시간 후 후 패치를 제거하고, 제거 30분 뒤 시험 부위를 피부과 전문의가 육안 판독한다.

2.4.4 창상치유 효능검증

복합조성물의 창상치유 효능검증을 위해 Fig. 1과 같이 SD rat 등에 전층 창상을 유발한 후 일반증상, 체중 변화 및 육안평가 분석을 하였으며, 실험군의 구성은 총 5두의 rat의 등 부위에 10mm 전층 창상 4개를 유발한 후 좌상부는 음성대조군(gauze), 좌하부는 양성대조군(hydrogel), 우상하부는 실험군으로 구성하였다. 창상 유발일을 0일로 설정하고, 0, 1, 2, 4, 6, 8일째 육안으로 관찰하고 디지털카메라(Sony, Japan)로 사진 촬영을 진행하고 드레싱을 교체하였다. Image J를 이용하여 창상 크기를 정량하였다.

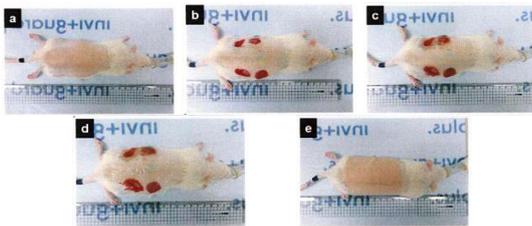


Fig. 1. Wound healing effect test (a) anesthesia, depilation and disinfection; (b) wound induction (10 mm); (c) application of test substance; (d, e) dressing and wound protection.

3. 결과 및 고찰

3.1 해조류 나노셀룰로스 제조

우뭇가사리 나노셀룰로스의 섬유폭 두께는 창원대학교 공동실험실습관에서 시행되었으며, HR-FE-SEM 기기로 측정하였다. Fig. 2와 같이 측정 배율 100k, 지정 영역 5 point를 20회 측정하여 평균 섬유폭이 30nm 이하로 나노셀룰로스가 제조된 것을 확인했다.

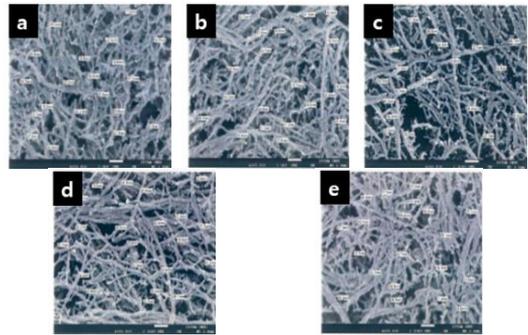


Fig. 2. SEM image of gelidium amansii nanocellulose. (a) point 1; (b) point 2; (c) point 3; (d) point 4; (e) point 5

3.2 천연식물 추출물

3.2.1 성분 함량분석

제조한 새싹삼 발효물과 담팔수 추출물에서 각각 유효성분 함량을 HPLC 분석하였고 그 결과 Fig. 3과 같은 결과를 보였다. 새싹삼 발효물에서는 Compound K가 30.45분에 0.38 ± 0.02 mg/mL 함유한 것으로 확인되었다. 담팔수 추출물에서는 PGG가 8.69분 177.67 μ g/mL 함유한 것으로 확인되었다.

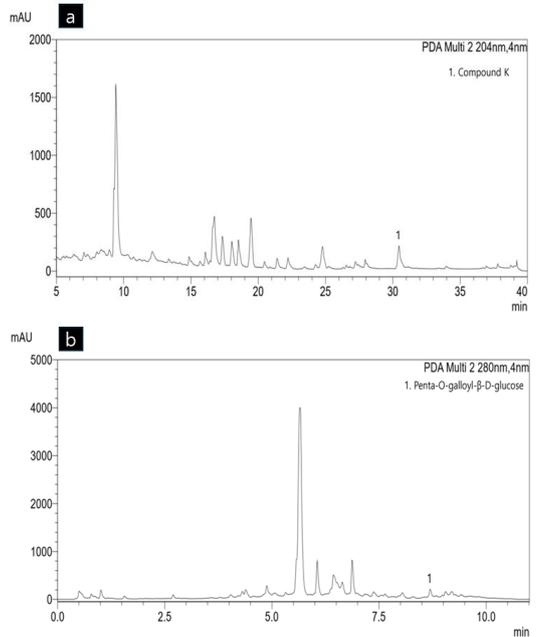


Fig. 3. HPLC chromatogram of natural plant extracts. (a) Compound K; (b) PGG

3.2.2 항균 시험

천연식물 추출물의 경우 새싹삼과 담팔수의 비율이 5:5 이상의 농도에서 표피포도상구균에 대한 항균효과를 관찰할 수 있었다. 새싹삼과 담팔수의 3:7(SS3DP7)에서는 1% 이상일 때 황색포도상구균에서도 항균효과를 나타내었다. 따라서, Fig. 4와 같이 유일하게 2개 종균에 대한 항균효과가 나타난 SS3DP7으로 천연식물 추출물의 조성비를 확립하였다.

3.3 복합소재

3.3.1 항염증 시험

천연식물 추출물의 항염증 효능을 NO assay 시험을 통해 측정하였다. 시료를 media에 각 농도로 희석하여 사용하여 결과값을 측정하였다. 시험결과 Fig. 5와 같이 처리농도 100µg/mL의 농도에서 55% 이상의 항염증 효과를 보였다.

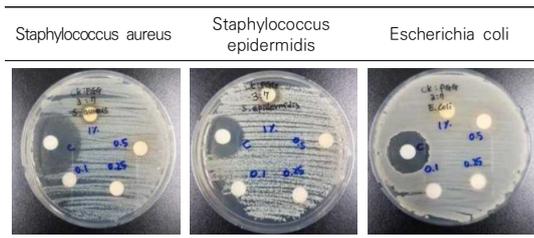


Fig. 4. Image of SS3DP7 antibacterial test result

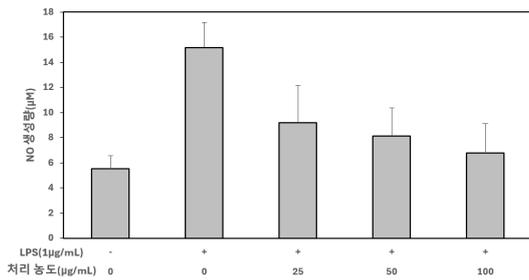


Fig. 5. Image of natural plant extracts NO assay test result

3.3.2 피부 자극 시험

복합조성물의 피부 자극 안전성을 확인하기 위해 24시간 피부 첩포를 통한 일차 자극 평가 시험을 진행하였다. 착색이나 피부 손상이 없는 평평한 등 부위에 15µL

의 시료를 24시간 폐쇄첩포를 한 뒤, 첩포 제거 30분, 24시간, 48시간 후 관찰하였다. 국제접촉피부염학회 및 미국화장품협회 기준을 응용하여 진행된 결과, 복합조성물 시료는 비자극으로 판단되었다.

3.3.3 창상치유 효능검증

일반증상관찰 결과 실험동물의 외관, 사료섭취 및 음수섭취 상태 정상적으로 관찰되었으며 시험제품이 적용된 모든 개체에서 특이증상은 관찰되지 않았다. 모든 실험동물에서 10% 이상의 체중 감소는 나타나지 않았다. 육안관찰(Fig. 6) 및 분석 결과(Fig. 7) 창상 유발 후 8일 차에 회복되었으며, 창상 유발 후 1일과 2일에서 실험군이 양성 및 음성 대조군과 비교하여 10% 이상 높은 창상회복율을 보였으며 창상 유발 후 4, 6, 8일은 유의적인 차이가 관찰되지 않았다(Student's t-test, p < 0.05). 창상 회복률은 창상 유발 후 1, 2일 차에 실험군이 양성 및 음성 대조군에 비해 유의적으로 높게 관찰되었으며, 창상 면적은 낮게 관찰되었다. 본 실험의 결과를 종합하면, 복합조성물 친환경 창상피복제는 창상 초기 치유를 촉진하는 효과가 있는 것으로 사료된다.



Fig. 6. Results of visual observation of wound healing effect(Scale bar = 1 cm)

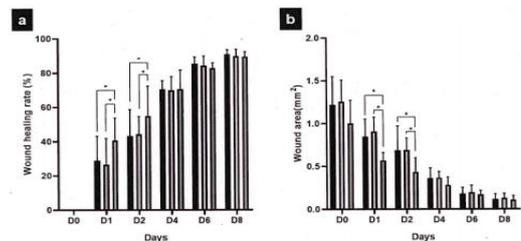


Fig. 7. Graph of wound healing effect results (a; wound recovery rate, b; wound area (*p < 0.05))

4. 결론

천연물 소재인 해조류 부산물과 새싹삼, 담팔수를 활용하여 복합소재를 제조하였다. 첫 번째로 제조한 천연물 소재들 각각의 물성과 효능 시험을 진행하였다. 우뚝가사리 나노셀룰로스의 섬유폭은 30nm 이하로 측정되어 나노셀룰로스가 제조되었음을 확인했다. 새싹삼 발효물과 담팔수 추출물에서 각각 유효성분 함량을 HPLC 분석하여 Compound K 0.38 ± 0.02 mg/mL, PGG $177.67 \mu\text{g/mL}$ 가 함유된 것을 확인되었다. 복합조성물 조성비를 확립하기 위해 항균 시험을 진행하였고, 항균 효능이 우수한 SS3DP7 조성비로 결정하였다. 제조한 복합조성물의 항염증 효능을 알아보기 위해 NO assay 시험을 진행하였고, 처리농도 $100 \mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 55% 이상의 항염증 효과를 보였다. 복합조성물의 피부 자극 안전성을 확인하기 위해 24시간 피부 첩포를 통한 일차 자극 평가 시험을 진행하였고 비자극으로 판단되었다. 복합조성물의 창상치유 효능검증 결과, 창상 회복률은 창상 유발 후 1, 2일 차에 실험군이 양성 및 음성 대조군에 비해 유의적으로 높게 관찰되었다. 따라서, 해조류 나노셀룰로스와 새싹삼 발효물, 담팔수 추출물을 배합하여 제조한 복합소재는 항균, 항염증, 창상치유 효능이 있는 것으로 확인되었다. 또한, 이번 연구를 통해 개발된 복합소재를 활용하여 상처 회복과 감염 예방에 도움을 주는 하이드로콜로이드 또는 하이드로겔 형태의 친환경적인 습윤드레싱을 개발할 예정이다.

REFERENCES

- [1] J. H. Lim, J. H. Sin, (2005. June). Forest Vegetation Shift and Plant Phenological Changes according to Global Warming. *Nature Conservation*, 130, 8-17.
- [2] E. K. Park, et al. (2005). Inhibitory effect of ginsenoside Rb1 and compound K on NO and prostaglandin E2 biosyntheses of RAW264. 7 cells induced by lipopolysaccharide. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 28(4), 652-656. DOI : 10.1248/bpb.28.652.
- [3] M. S. Kim, et al. (2021). Anti-inflammatory activity and toxicity of the compound K produced by bioconversion. *Journal of the Korean Applied Science and Technology*, 38(6), 1466-1475 DOI : 10.12925/jkocs.2021.38.6.1466
- [4] H. M. Bae et al. (2012). Inhibitory effects of ginsenoside re isolated from ginseng berry on histamine and cytokine release in human mast cells and human alveolar epithelial cells. *Journal of ginseng research*, 36(4), 369. DOI : 10.5142/jgr.2012.36.4.369
- [5] D. W. Lee, H. B. Gu. (2019). Antioxidant and Antimelanogenic Activities of Panax ginseng Sprout Extract. *J Korea Soc Food Sci Nutr*, 48(7), pp. 699-703. DOI : 10.3746/jkfn.2019.48.7.699
- [6] Y. H. Kim, J. D. Kim. (2017). Anti-cancer and anti-inflammatory effects of convergence of ginsenoside Rh2, compound K isolated from amplified red ginseng. *J Journal of Digital Convergence*, 15(11), 285. DOI : 10.14400/JDC.2017.15.11.285
- [7] J. A. Lee, I. C. Lee, J.W. Kang. (2024). Validation of the HPLC Method for the Standardization of Pentagalloylglucose in Paeonia lactiflora Root Extract as a Functional Ingredient. *Asian Journal of Beauty & Cosmetology*, 22(1), 103-112. DOI : 10.20402/ajbc.2023.0100
- [8] K. S. Feldman et al. (2001). In vitro and In vivo inhibition of LPS-stimulated tumor necrosis factor- α secretion by the gallotannin β -d-pentagalloylglucose. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, 11(14), 1813-1815. DOI : 10.1016/s0960-894x(01)00332-8.
- [9] J. Zhang et al. (2009). Anti-cancer, anti-diabetic and other pharmacologic and biological activities of penta-galloyl-glucose. *Pharmaceutical research*, 26, 2066-2080. DOI : 10.1007/s11095-009-9932-0
- [10] M. H. Lin, F. R. Chang, M. Y. Hua, Y. C. Wu & S. T. Liu. (2011). Inhibitory effects of 1, 2, 3, 4, 6-penta-O-galloyl- β -D-glucopyranose on biofilm formation by Staphylococcus aureus. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 55(3), 1021-1027. DOI : 10.1128/AAC.00843-10
- [11] Farmskin Co., Ltd. (2020). *A cosmetic composition comprising Curcuma aromatica Salisb extract and Elaeocarpus sylvestris var. ellipticus for blue light interception*. Korea : Korean Intellectual Property Office.
- [12] S. Dong & M. Roman. (2007). Fluorescently labeled cellulose nanocrystals for bioimaging applications. *Journal of the American Chemical Society*, 129(45), 13810-13811. DOI : 10.1021/ja076196l

- [13] J. George & S. N. Sabapathi. (2015). Cellulose nanocrystals: synthesis, functional properties, and applications. *Nanotechnology, science and applications*, 45-54.
DOI : 10.2147/NSA.S64386
- [14] S. Y. Kim, H. J. Sun, C. H. Eun, Kim, K. N., & Jeon, Y. J. (2019). Agar hydrolysates obtained from Jeju island attenuates the lps-induced inflammation in vitro and in vivo zebrafish embryos. *Journal of Marine Bioscience and Biotechnology*, 11(2), 71-80.
DOI : 10.15433/ksmb.2019.11.2.071
- [15] E. Y. Jeong et al. (2010). Anti-Oxidant Activities and Regeneration Effect in HaCaT Cell Line by Jeju Island Aboriginal Gelidium amansii. *Asian Journal of Beauty & Cosmetology*, 8(4), 171-180.
DOI : 10.20402/ajbc.2017.0192

한 재 현(Jae-Hyeon Han)

[정회원]



- 2004년 2월 : 경남대학교 사범대학
- 2023년 2월 : 창원대학교 메카융합 공학과(공학석사)
- 2024년 2월 ~ 현재 : 한남대학교 코스메틱사이언스학과 대학원 재학중

- 관심분야 : 의료, 소재, 리사이클
- E-Mail : 2000137076@hanmail.net

김 인 경(In-Kyoung Kim)

[정회원]



- 2018년 2월 : 한남대학교 향장미용학과 (미용학석사)
- 2022년 2월 : 한남대학교 코스메틱사이언스학과(이학석사)
- 현재 : 한남대학교 코스메틱사이언스학과 교수

- 관심분야 : 코스메틱, 뷰티, 미용
- E-Mail : hikyoung7@hanmail.net