

# The Effect of Fermented Extracts of Korean *Dendropanax Morbifera* Levéille on Hair Growth

Tae-Hee Park<sup>1</sup>, Se-Ho Park<sup>1,2</sup>, Jae-Yeul Lee<sup>1,2</sup>, Seun-Ah Yang<sup>3</sup> and Kwang-Hwan Jhee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Applied Chemistry, Kumoh National Institute of Technology, Gumi 39177, Korea

<sup>2</sup>Institute of Natural Science, Keimyung University, Daegu 42601, Korea

<sup>3</sup>Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 42601, Korea

Received March 18, 2019 / Revised April 1, 2019 / Accepted April 2, 2019

In previous studies, we confirmed the effective antimicrobial activity of fermented *Dendropanax morbifera* leaf/branch extracts with *Lactobacillus plantarum* ilchiwhangchil 1785 and *Lactobacillus plantarum* ilchiwhangchil 2020. In this study, we investigated the hair growth effect of *D. morbifera* leaf/branch extracts fermented with *L. plantarum* ilchiwhangchil 1785 and *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020 on human hair dermal papilla cells. The growth rate of human hair dermal papilla cells treated with fermented extracts in the range of 1 to 10 µg/ml significantly increased in a concentration-dependent manner, without increasing cell death. Double staining studies showed that the growth of cells treated with fermented *D. morbifera* leaf/branch extracts was more active than that of control cells. Moreover, the cells treated with the fermented *D. morbifera* leaf/branch extracts exhibited a 18.84% and 23.31% increase in cell mobility, respectively, as compared with that of the untreated cells. High-performance liquid chromatography (HPLC) was used to determine the active agents responsible for hair growth. The results showed that the content of β-sitosterol, which is known to affect hair growth, increased about 10 times in the fermentation process of *D. morbifera* leaf/branch extracts. Taken together, the findings confirm that fermented *Dendropanax morbifera* leaf/branch extracts promote hair growth.

**Key words** : *Dendropanax morbifera*, hair growth, *Lactobacillus plantarum* ilchiwhangchil 1785, *Lactobacillus plantarum* ilchiwhangchil 2020, β-sitosterol

## 서 론

현대인에게 나타나는 문제 중 하나인 탈모는 노화, 스트레스, 영양 불균형, 유전적 요인 등 다양한 요인이 관련되어 있다 [19]. 모발은 피부 부속기관으로 소멸과 형성의 반복에는 줄기세포가 관여하며 인간의 모낭은 2가지의 줄기세포가 존재한다. 모낭으로의 분열증식이 가능한 모낭 외모근초에 존재하는 줄기세포와 모낭에 존재하며 중배엽세포의 특성을 보이는 모유두세포가 이에 속한다. 따라서 모발이 성장하기 위해서는 모낭인자들의 작용과 모낭 내에 있는 표피세포와 모유두세포와의 상호작용이 매우 중요하다 [7, 21]. 모유두세포에는 모세혈관이 분포하고 있어 기관에 영양소를 공급하며 성장인자인 insulin like growth factor 1 (IGF-1), vascular endothelial growth factor (VEGF), hepatocyte growth factor (HGF), keratinocyte growth factor (KGF), fibroblast growth factor 1

(FGF-1)을 분비, 모낭주위에 혈관을 형성시켜 혈액순환을 촉진하여 상피세포의 성장을 조절한다 [5, 22].

현재 육모를 촉진하는 약물로 미국 Food and Drug Administration (FDA)가 공인한 경피도포제인 미녹시딜(minoxidil), 경구복용제인 피나스테라이드(finasteride)가 대표적이다 [14]. Minoxidil의 발모효과에 관한 작용기전은 명확하게 밝혀져 있지 않지만, 혈관확장을 통한 영양분 공급 증가, 포타슘채널 개폐효과 등이 육모효과에 관여한다는 보고가 있다 [20]. 그러나 minoxidil은 투여 용량 등에 따라 피부염, 홍반을 포함한 다양한 형태의 부작용이 발생할 수 있다. 따라서 탈모방지를 위해서는 자연에 존재하는 육모효과를 갖는 천연물을 탐색하는 것이 필요하다 [3].

황칠나무(*Dendropanax morbifera*)는 드릅나무과에 속하며, 아열대성 상록교목으로 대한민국 서남해안과 도서지역(제주도, 완도 등)에서 분포하고 있는 특산 수종이다. 황칠나무는 잎에 광택이 있고 주형이 보기 좋아 관상수로도 이용도 많다. 황칠나무 잎 추출물의 항암작용 [6], 당뇨 [1], 간세포재생 [25], 신경조직세포 재생효과 [9] 및 항산화 활성 [16]에 대한 보고가 있으며, 황칠나무 잎·가지 n-hexane 분획물에서는 미백 [18]에 대한 보고가 있다. 또한 황칠나무의 휘발성 성분에는 안식향산을 함유하여 신경계에 대한 진정작용과 강장작용이 알려져 있다 [13]. 황칠나무 잎·가지 내 탈모 억제 효과가 있다고 알려

### \*Corresponding author

Tel : +82-54-478-7837, Fax : +82-54-478-7820

E-mail : khjee@kumoh.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.

진  $\beta$ -sitosterol은 대표적인 식물성 스테롤이며, 전립선 비대증 [12, 24], 및 혈액 중 콜레스테롤을 조절한다고 알려져 있으며 [23], 황칠나무 잎 성분 중  $\beta$ -sitosterol이 육모 효과에 탁월하다는 연구 보고가 있다[18].

발효는 미생물을 활용하여 물질이 가진 성분이나 소재의 활용성을 증진시키는 방법으로 의약품 또는 식료품 등 여러 분야에서 사용 발전되어 왔다[3]. 발효에 사용되는 미생물로는 유산균, 효모, 일부 곰팡이 등이 있으며, 그 중 유산균은 대사 산물인 lactic acid로 인해 잡균이나 유해균의 증식 억제 효과가 있어 발효 공정 개발에 많이 활용되고 있다. 유산균을 이용한 발효는 항염증 활성, 항당뇨 효과, 지방세포 분화 억제 효과 등에 영향을 주는 것으로 보고되고 있다[4, 8, 11]. 우리는 이전 연구에서 *L. plantarum* ilchiwhangchil 1785와 *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020 두가지 균을 이용한 황칠나무 발효 추출물의 우수한 항균 효과를 보고한 바 있다[15].

본 연구에서는 이 두 균을 이용한 황칠나무 발효 추출물의 우수한 육모효과를 인간모유두세포인 human hair dermal papilla cell을 이용하여 검토하였으며, 발효과정 중에 육모성분인  $\beta$ -sitosterol의 증가를 확인하여 보고한다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

Triammonium citrate, magnesium sulfate heptahydrate, manganese(II) sulfate tetrahydrate, 3-(4,5)-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide (MTT), calcein-acetomethoxy (calcein-AM), propidium iodide (PI),  $\beta$ -sitosterol은 Sigma-Aldrich (St. Louis USA)에서, peptone, dibasic potassium phosphate, sodium acetate, glucose는 Daejung Scientific (Seoul, Korea)에서 beef extract, yeast extract는 BD Biosciences (San Jose, CA, USA)에서 구입하여 사용하였다.

### 황칠나무 잎·가지 추출물 제조

본 실험에 사용된 황칠나무 잎·가지는 (주)HSP라이프(Seoul, Korea)에서 제공받았다. 건조된 황칠나무 잎·가지를 세절하여 1 kg을 칭량하여 멸균 증류수 1 l와 혼합하여 80°C에서 6시간 추출 후, 동결 건조하여 분말 형태로 회수하였다. 본 연구에서는 DMSO를 이용하여 시료를 용해하였으며, DMSO에 의한 세포 손상을 최소화하기 위해 실험에 사용된 DMSO 최종 농도가 0.1%가 되도록 희석하여 사용하였다.

### 황칠나무 잎·가지 발효물 제조

본 연구에 사용한 미생물은 *L. plantarum* ilchiwhangchil 1785와 *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020이며, 국립농업과학원(Korean Agricultural Culture Collection, KACC, Wanju,

Korea)에서 기탁 받아 사용하였다. 유산균 발효를 위해 황칠나무 잎·가지 추출물과 MRS배지에 희석하여 사용하였다. MRS 배지에 황칠나무 잎 추출물 함량을 20 wt% 비율로 제조하고 *L. plantarum* ilchiwhangchil 1785, *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020의 균수는  $7 \times 10^8$  CFU/ml로 동일하게 접종하여 발효하였다. 진탕 배양기(Shaking incubator, SH-802F, LABOTECH, Korea)에서 배양하고(37°C, 2 days, 100 rpm) 원심분리(1,500g, 10 min) 후 상층액을 filtering (0.22  $\mu$ m pore size, Advantec, Toyo Roshi Kaisha. Ltd., Japan)하여 황칠나무 잎·가지 발효물을 제조하였다[15].

### 세포 배양

본 연구에 사용된 인간모유두세포(Human Hair Dermal papilla cell)는 Innoprot (<http://www.innoprot.com>)에서 분양 구입 하였으며, 1% penicillin-streptomycin sulfate (Welgene, Daegu, Korea) 및 10% fetal bovine serum (FBS, Welgene, Daegu, Korea)이 포함된 DMEM (Welgene, Daegu, Korea)을 사용하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 조건에서 배양하였다.

### 세포 생존율 측정

세포 생존율 측정을 위하여 24-well plate에 모유두세포를  $1.0 \times 10^5$  cell/well로 분주하고 24시간 동안 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 배양 후, 대조군으로 사용한 MRS배지와 황칠나무 잎·가지 추출물, 황칠나무 잎·가지 발효물 두 종류(*L. plantarum* ilchiwhangchil 1785, *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020)를 1, 10, 100, 1,000  $\mu$ g/ml씩 처리하여 24시간 동안 배양하였다. 각 well에 5  $\mu$ g/ml MTT 용액을 넣고 4시간 동안 배양 후, 상층액을 제거하고 바닥에 형성된 formazan 결정을 DMSO 200  $\mu$ l를 첨가하여 녹여 ELISA reader (Epoch, BioTek, Winooski, USA)을 이용하여 550 nm의 흡광도를 측정하였다. 모든 시료는 대조군에 대한 세포 생존율을 백분율로 표시하였다. 0.1  $\mu$ g/ml의 minoxidil을 양성대조군으로 사용하였다.

### 세포 이중 염색법

모유두세포에 대한 황칠나무 잎·가지 발효물의 세포 증식과 세포사멸을 calcein-AM과 PI를 사용하여 가지적으로 확인하였다. 24-well plate에 모유두세포를  $1.0 \times 10^5$  cell/well로 분주하고 24시간 동안 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 배양기에서 배양한 후, 대조군으로 사용한 MRS배지와 황칠나무 잎·가지 발효물(*L. plantarum* ilchiwhangchil 1785, *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020)을 10  $\mu$ g/ml로 처리하여 24시간 배양하였다. 배지를 제거하고 4 mM calcein-AM stock 용액을 최종농도 2  $\mu$ M이 되도록 phosphate buffer saline (PBS)에 녹여 첨가하고, 1 mg/ml의 PI stock 용액을 10  $\mu$ l 넣고, 37°C에서 10분 반응시켰다. 이후, 형광 염색이 완료된 세포는 형광 현미경(Ti-S/L100, Nikon, Tokyo, Japan)으로 관찰하였다.

**세포 이동력 측정**

황칠나무 잎·가지 발효물에 대한 모유두세포의 재생 및 이동성을 확인하기 위하여 세포 이동력 측정 실험은 wound healing assay로 하였다. 모유두세포를 세포배양 접시에 균일하게 분포시키고 배양기 내에서 세포 밀집도가 90% 이상 배양하였다. 이 후, 황칠나무 잎·가지 발효물 10 µg/ml을 처리하고 200 µl pipette tip (Fisher Scientific, USA)을 이용하여 세포배양접시 내에 형성된 세포층을 긁어내고 24시간 추가배양 후, 세포의 이동성을 광학현미경 카메라(Digital camera for microscope, DCM130, ScopeTek, Hangzhou, China)로 촬영하였다. 이미지는 Scopphoto프로그램(ScopeTek, China)을 사용하여 µm단위로 세포 이동거리를 측정하였다. 24시간 배양으로 감소된 상처의 길이는 세포재생에 의한 것으로, 최초 상처 길이와 24시간 추가배양 후 상처의 길이의 차로 표시하였다.

**β-sitosterol의 HPLC 분석**

황칠 나무에 탈모 억제효과가 있다고 알려져 있는 β-sitosterol을 고성능액체크로마토그래피(Shimazu, Kyoto, Japan)를 이용하여 성분분석을 하였다[17]. C<sub>18</sub> (4 µm, 4.6 i.d. x 150 mm, YMC, Kyoto, Japan) column을 사용하였고 분석온도는 30℃로 설정하였다. 이동상은 methanol을 사용하였고, flow rate는 0.8 ml/min, UV-visible detector를 이용하여 210 nm에서 측정하였다[17]. 모든 시료는 filtering (Millipore, 0.22 µm pore size) 하여 사용하였고, 0.1, 0.5, 1, 5, 10 µg/ml의 농도의 β-sitosterol을 standard로 이용하여 검량곡선을 작성하였다. 황칠나무 잎·가지 추출물, 황칠나무 잎·가지 발효물을 각각 10 mg/ml의 농도로 methanol에 녹인 후, 10 µl씩 HPLC에 주입하여 발효 전후의 β-sitosterol의 함량을 분석하였다.

**통계학적 분석**

본 실험에서 얻어진 결과에 모든 값은 3회 이상의 반복실험의 측정값의 평균 ± 표준오차로 나타내었으며, 실험 결과 값에 대한 통계적 분석은 Student's t-test를 이용하여 분석하였으며, p값이 0.05 이하이면 유의성이 있다고 판단하였다.

**결과 및 고찰**

**황칠나무 잎·가지 발효물이 인간모유두세포 생존율에 미치는 영향**

황칠나무 잎·가지 발효물이 모유두세포의 생존율에 미치는 영향을 확인하기 위해 MTT assay를 수행하였다. 잎·가지 추출물과 추출 발효물 농도가 10 µg/ml에서 가장 큰 증가를 보였고 100~1,000 µg/ml 농도에서는 생존율이 감소하는 경향을 보였다(Fig. 1). 고농도에서는 추출물과 추출 발효물에 독성이 있음을 시사한다. 또한 세포 성장에 발효물의 적정농도(10 µg/ml)가 있음을 알 수 있었다(Fig. 1). 10 µg/ml 농도에서 MTT

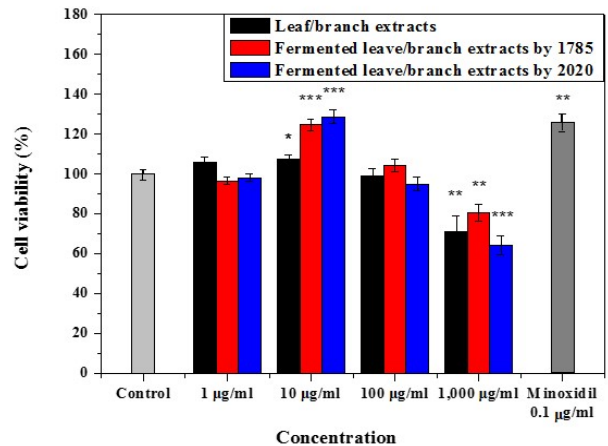


Fig. 1. Cell viability of human hair dermal papilla cells with *Dendropanax morbifera* leaf/branch extracts, fermented *Dendropanax morbifera* leaf/branch extracts with *Lactobacillus plantarum* ilchiwhangchil 1785, and *Lactobacillus plantarum* ilchiwhangchil 2020. Minoxidil (0.1 µg/ml) was used as a positive control. Data are represented as mean±SEM of three independent experiments. P-values: \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001.

결과를 비교하면, 발효시키지 않은 황칠나무 잎·가지 추출물은 107.2%의 증가를 보인 반면, *L. plantarum* ilchiwhangchil 1785 잎·가지 추출발효물은 126.4%, *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020 잎·가지 추출발효물은 128.7%으로 세포 생존율이 증가하였다(Fig. 1). 즉 황칠나무 잎·가지 추출물만으로도 세포 성장을 향상시켰으나 발효과정을 통하여 더욱 긍정적인 효과를 얻을 수 있었다. 양성대조군으로 사용한 minoxidil은 126.3%의 세포 생존율을 보였으며 이는 두 군주로 발효시킨 발효물의 효과와 거의 비슷하였다.

**황칠나무 잎·가지 발효물의 세포 이중염색 확인**

이중염색법을 통하여 모유두세포에 미치는 황칠나무 잎·가지 발효물의 독성, 성장, 세포의 모양을 형광현미경으로 확인하였다. 24시간 동안 황칠나무 잎·가지 발효물로 처리한 세포의 개체 수는 대조군과 비교하여 증가함을 calcein-AM의 결과로 알 수 있었으며, 세포 사멸을 나타내는 PI의 형광은 거의 검출되지 않았다(Fig. 2). 이 실험으로 황칠나무 잎·가지 추출물의 발효물이(Fig. 2B - Fig. 2C) 모유두세포에 대한 양성대조군으로 사용한 minoxidil (0.1 µg/ml)의 작용(Fig. 2D) 과 유사한 세포 재생 활성화를 유도함을 확인하였다.

**황칠나무 발효물의 세포 이동력 확인**

황칠나무 잎·가지 발효물이 처리된 모유두세포에 대한 세포 이동력은 wound healing assay로 측정하였다. 즉 세포 이동력은 세포 재생 속도에 기인하므로 황칠 시료에서 탈모 억제 효과가 있다면 세포 이동력이 증가할 것으로 유추할 수

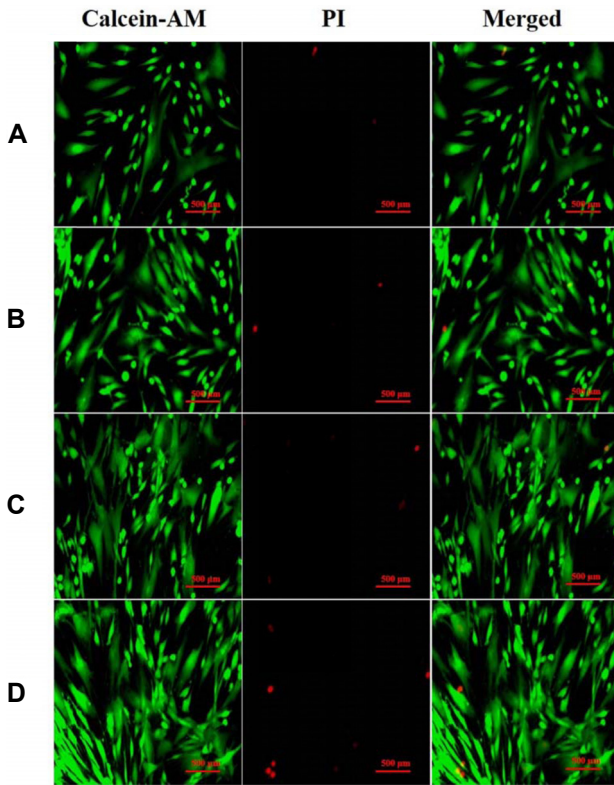


Fig. 2. Visual identification for living and dead cells of human hair dermal papilla cells by fluorescent double staining after 24hr incubation (A) in the absence of fermented *Dendropanax moribifera* leave/branch extracts, (B) in the presence of fermented *Dendropanax moribifera* leave/branch extracts with *Lactobacillus plantarum* ilchiwhangchil 1785, (C) in the presence of fermented *Dendropanax moribifera* leave/branch extracts with *Lactobacillus plantarum* ilchiwhangchil 2020, and (D) in the presence of minoxidil (0.1 μg/ml).

있다[9]. 모유두세포에 상처를 내어 세포가 없는 영역의 길이를 광학현미경과 컴퓨터 소프트웨어를 이용하여 측정하였다. 시료 첨가 없는 대조군은 692.49±18.41 μm, *L. plantarum* ilchiwhangchil 1785이용 황칠나무 잎·가지 발효물은 681.84±8.87 μm, *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020 이용 황칠나무 잎·가지 발효물은 650.91±28.91 μm, minoxidil (0.1 μg/ml)은 753.25±17.93 μm로 측정되었다. 그리고 24시간 배양 후 세포가 성장하면서 세포가 없는 영역이 줄어들게 된다. 대조군에서의 세포 없는 영역의 거리는 455.61±28.31 μm로 236.88 μm의 성장을 보였으나, *L. plantarum* ilchiwhangchil 1785로 발효시킨 황칠나무 잎·가지에서는 400.31±17.91 μm로 측정되어 281.53 μm의 성장을, *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020로 발효시킨 황칠나무 잎·가지에서는 358.81±13.08 μm로 측정되어 292.1 μm의 성장을 확인하였다. 그리고 minoxidil (0.1 μg/ml)을 첨가한 대조군은 463.49±19.05 μm로 측정되어 289.76 μm의 세포 성장을 확인하였다(Fig. 3). 이는 모유두세포에서 황칠 시료를 첨가

하지 않은 대조군과 비교하면, *L. plantarum* ilchiwhangchil 1785 발효물이 처리된 군은 18.85%, *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020 발효물이 처리된 군은 23.31% 증가됨을 나타낸다 (Fig. 3B). 본 실험결과는 minoxidil 처리군이 22.32%의 성장을 보인 것과 비교하면, 황칠나무 잎·가지를 발효시킨 시료는 minoxidil과 거의 같은 수준으로 모유두세포의 성장력을 증가 시킴을 나타낸다.

**β-sitosterol 분석**

황칠나무 잎·가지 추출물 및 발효물의 β-sitosterol 함량을 확인하였다. β-sitosterol은 황칠나무 잎·가지 추출물에서 탈모 억제 효과가 있다고 알려져 있는 물질이다[18]. HPLC를 이용하여 황칠나무 잎·가지 추출물과 황칠나무 잎·가지의 발효과정 후 함량 변화를 분석하였다. HPLC 분석 조건 하에서 β-sitosterol은 retention time이 2.7 minute에서 검출되었다 (Fig. 4A). 실험에 authentic 시료로 사용한 β-sitosterol의 순도가 90%로 chromatogram에 β-sitosterol 이외에도 여러 피크가

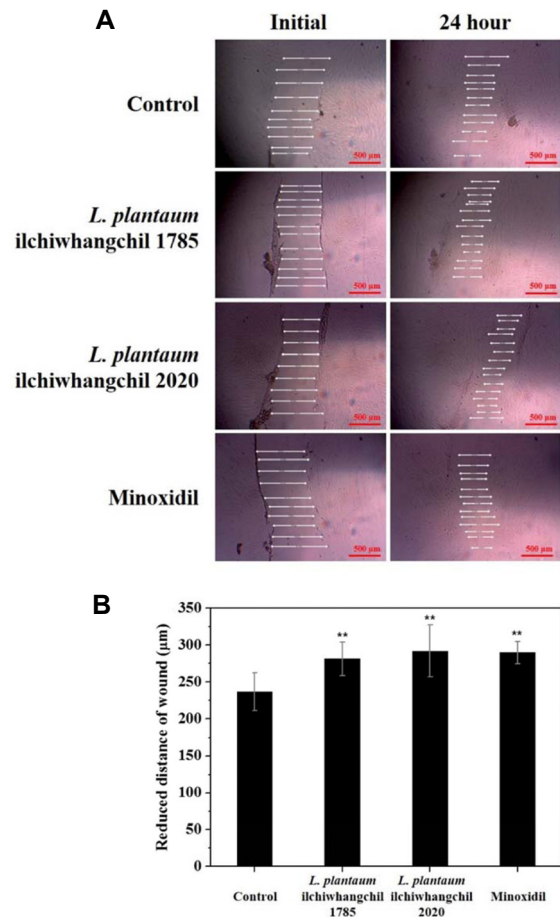


Fig. 3. Human dermal hair papilla cells migration test during 24 hr incubation, (A) optical images and (B) analytical data. Minoxidil (0.1 μg/ml) was used as a positive control. Data are represented as mean ± SEM of three independent experiments. P-values: \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001.



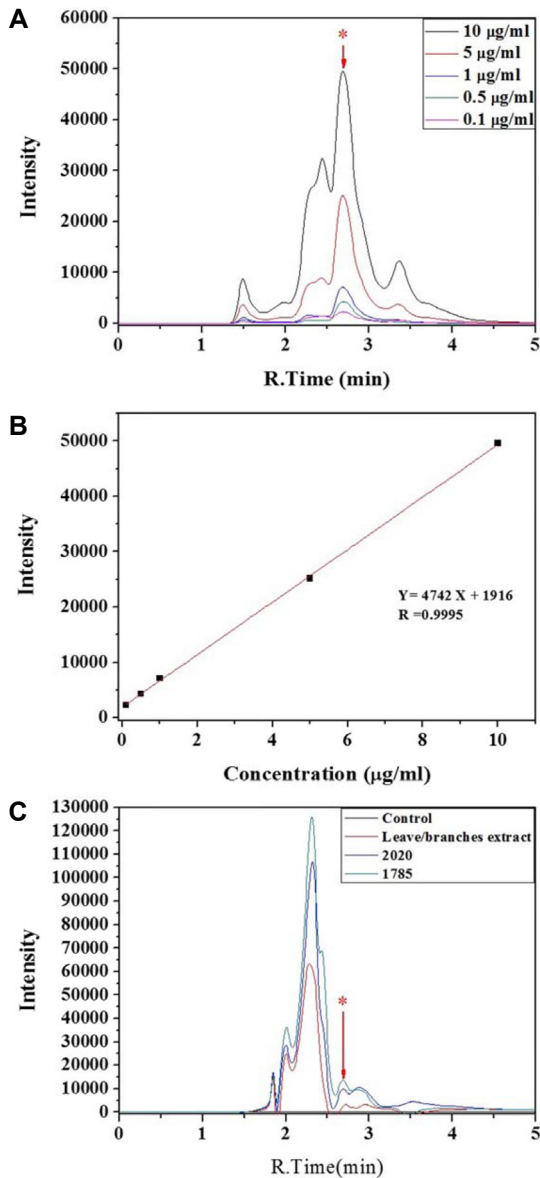


Fig. 4. HPLC analysis of  $\beta$ -sitosterol, (A) Raw HPLC data at various concentration of authentic  $\beta$ -sitosterol, (B) calibration curve of  $\beta$ -sitosterol, (C)  $\beta$ -sitosterol analysis of *Dendropanax morbifera* leaf/branch extracts and fermented *Dendropanax morbifera* leaf/branch extracts. \*The  $\beta$ -sitosterol peaks (retention time, 2.7 min) are shown as an arrow in A and C.

보이고 있다.  $\beta$ -sitosterol의 함량이 0.1~10  $\mu\text{g}/\text{mg}$  범위에서 정량곡선을 작성하였다(Fig. 4B). 잎·가지 추출물에서는 0.021  $\mu\text{g}/\text{mg}$ , *L. plantarum* ilchiwhangchil 1785 발효물에서는 0.241  $\mu\text{g}/\text{mg}$ , 그리고 *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020 발효물에서는 0.165  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 이 검출되었다(Fig. 4C). 따라서  $\beta$ -sitosterol이 *L. plantarum* ilchiwhangchil 1785와 *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020의 발효과정에 의해 각각 11.5배, 7.9배 증가된 것을 알 수 있었다. Duester와 Karen C의 보고에 의하면 바나나,

사과, 포도에 함유되어 있는  $\beta$ -sitosterol의 함량은 0.11, 0.11, 0.13  $\mu\text{g}/\text{mg}$ 으로 황칠나무 잎·가지 추출물에 함유되어 있는 양(0.021  $\mu\text{g}/\text{mg}$ )보다 약 5배 높지만 황칠나무의 발효로 약 7.9~11.5배 증가되어 바나나, 사과, 포도보다 증가됨을 확인함으로써 황칠나무 발효 추출물의 유용성을 검증할 수 있었다 [2]. 예상대로  $\beta$ -sitosterol 함량증가가 탈모 억제 효과에 긍정적인 영향을 주었음을 유추할 수 있다. 다만  $\beta$ -sitosterol 함량에서는 *L. plantarum* ilchiwhangchil 1785에 의한 발효가 더 우수하였으나, 세포 이동력 측정에서는 *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020 발효물에서 더 우수한 결과를 보임으로써  $\beta$ -sitosterol 함량증가 이외에도 다른 활성인자가 있음을 유추할 수 있다. 향후 황칠나무 잎·가지 추출물 및 발효물의 육포 효과의 활성인자를 더욱 구체적으로 규명하여 황칠나무의 활용도를 제고하고자 한다.

### 감사의 글

이 연구는 금오공과대학교 학술연구비로 지원되었음

### References

1. An, N. Y., Kim, J. E., Hwang, D. and Ryu, H. K. 2014. Anti-diabetic effects of aqueous and ethanol extract of *Dendropanax morbifera* Leveille in streptozotocin-induced diabetes model. *J. Nutr. Health* **47**, 394-402.
2. Duester, Karen C. 2001. Avocado fruit is a rich source of beta-sitosterol. *J. Acad. Nutr. Diet* **101**, 404-405
3. Han, M. R., Kim, E. Y., Jung, Y. H., Kim, M. S. and Park, J. H. 2013. Characteristics and hair growth efficacy of water dissolving micro-needles containing minoxidil regarding length of micro-needles. *Polym. Korea* **37**, 393-398.
4. Hubert, J., Berger, M., Nepveu, F., Paul, F. and Daydé, J. 2008. Effects of fermentation on the phytochemical composition and antioxidant properties of soy germ. *Food Chem.* **109**, 709-721.
5. Hwang, H. S., Hwang, T. H., Pyo, A. J. and Ju, E. H. 2017. Anti-oxidant efficacy and effects on expression of growth factors in human hair follicle dermal papilla cells of *Rosa multiflora* root extracts. *Asian J. Beauty Cosmetol.* **15**, 146-158.
6. Hyun, T. K., Kim, M. O., Lee, H., Kim, Y. J., Kim, E. K. and Kim, J. S. 2013. Evaluation of anti-oxidant and anti-cancer properties of *Dendropanax morbifera* Léveille. *Food Chem.* **141**, 1947-1955.
7. Inui, S., Fukuzato, Y., Nakajima, T., Yoshikawa, K. and Itami, S. 2002. Androgen-inducible TGF-beta 1 from dermal papilla cells inhibits epithelial cell growth : A clue to understand paradoxical effects of androgen on human hair growth. *FASEB J.* **16**, 1967-1969.
8. Jeong, S. J., Kim, K. H., Son, H. Y. and Yook, H. S. 2014. Effects of Extract from Fermented Flower-buds of *Panax ginseng* CA Meyer on Mouse Cytokine IL-6, TNF- $\alpha$  Production. *Kor. J. Food Nutr.* **27**, 43-49.

9. Jo, Y. B. and Lee, J. H. 2016. A study on the effect of the *Dendropanax morbifera* extract on anti-hypertensive. *J. Korea Acad. Ind. Cooper. Soc.* **17**, 708-715.
10. Jung, Y. J. and Li, S. H. 2013. The effects of Er-miao-San extract on cell proliferation in normal human dermal fibroblasts. *Kor. J. Aesthet. Cosmetol.* **11**, 943-949.
11. Kim, B. J., Jo, S. K., Jeong, Y. S. and Jung, H. K. 2015. Anti-diabetic effects of *Allium tuberosum* root extracts and lactic acid bacteria fermented extracts in type 2 diabetic mice model. *Kor. J. Food Preserv.* **22**, 134-144.
12. Kim, T. H., Lim, H. J., Kim, M. S. and Lee, M. S. 2012. Dietary supplements for benign prostatic hyperplasia: An overview of systematic reviews. *Maturitas* **73**, 180-185.
13. Kong, Y. T. and Kang, I. A. 1993. Properties of paint film of "Hwangchil" - an ancient Korean natural golden varnish. *J. Korea For. Energy* **13**, 1-6.
14. Lachgar, S., Charveron, M., Gall, Y. and Bonafe, J. L. 1998. Minoxidil upregulates the expression of vascular endothelial growth factor in human hair dermal papilla cells. *Br. J. Dermatol.* **138**, 407-411.
15. Lee, J. Y., Park T. H., Park, S. H., Yang, S. A. and Jhee, K. H. 2019. The antimicrobial activity of fermented extracts from Korean *Dendropanax morbifera*. *J. Life Sci.* **29**, 29-36.
16. Lee, S. G., Lee, S. H. and Park, E. J. 2015. Antimicrobial and antioxidant activities of ethanol leaf extract of *Dendropanax morbiferus* Lev. *Kor. J. Food Cook. Sci.* **31**, 515-523.
17. Lee, S. H., Lee, H. S., Park, Y. S., Hwang, B., Kim, J. H. and Lee, H. Y. 2002. Screening of immune activation activities in the leaves of *Dendropanax morbifera* Lev. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **10**, 109-115.
18. Lee, S. Y., Choi, E. J., Bae, D. H., Lee, D. W. and Kim, S. 2015. Effects of 1-tetradecanol and  $\beta$ -sitosterol isolated from *Dendropanax morbifera* Lev. on skin whitening, moisturizing and preventing hair loss, *J. Soc. Cosmet. Sci. Korea* **41**, 73-83.
19. Lei, M. and Chuong, C. M. 2016. Aging, alopecia, and stem cells. *Science* **351**, 559-560.
20. Mackay, A., Isles, C., Henderson, I., Fife, R. and Kennedy, A. C. 1981. Minoxidil in the management of intractable hypertension. *QJM-Int. J. Med.* **50**, 175-190.
21. Mitsui, S., Ohuchi, A., Hotta, M., Tsuboi, R. and Ogawa, H. 1997. Gene for a range of growth factor and cyclin dependent kinase inhibitors are expressed by isolated human hair follicle. *Br. J. Dermatol.* **13**, 693-698.
22. Park, Y. M. and Han, J. S. 2016. A study on the utilization of *Dendropanax morbifera* Lev. leaf extract for material of functional cosmetics and hair growth products. *Asian J. Beauty Cosmetol.* **14**, 277-288.
23. Rudkowska, I., AbuMweis, S. S., Nicolle, C. and Jones, P. J. 2008. Cholesterol-lowering efficacy of plant sterols in low-fat yogurt consumed as a snack or with a meal. *J. Am. Coll. Nutr.* **27**, 588-595.
24. Wilt, T. J., Ishani, A., MacDonald, R., Stark, G., Mulrow, C. D. and Lau, J. 1999. Beta-sitosterols for benign prostatic hyperplasia. *Cochrane. Database. Syst. Rev.* **2000**, CD001043.
25. Youn, J. S., Kim, M. S., Na, H. J., Jung, H. R., Song, C. K., Kang, S. Y. and Kim, J. Y. 2018. Screening test for *Dendropanax morbifera* Leveille extracts: *in vitro* comparison to ox-LDL-induced lipid accumulation, ethanol-induced fatty liver and HMG-CoA reductase inhibition. *J. Appl. Biol. Chem.* **61**, 1-8.

## 초록 : 황칠나무 발효 추출물의 육모효과

박태희<sup>1</sup> · 박세호<sup>1,2</sup> · 이재열<sup>1,2</sup> · 양선아<sup>3</sup> · 지광환<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>금오공과대학교 응용화학과, <sup>2</sup>계명대학교 자연과학연구소, <sup>3</sup>계명대학교 식품가공학과)

이전 연구에서 우리는 *Lactobacillus plantarum* ilchiwhangchil 1785와 *Lactobacillus plantarum* ilchiwhangchil 2020 균주로 발효시킨 황칠나무 잎·가지 추출물의 효과적인 항균 활성을 확인하였다. 본 연구에서는 황칠나무 잎·가지 추출물을 *L. plantarum* ilchiwhangchil 1785와 *L. plantarum* ilchiwhangchil 2020 균주로 발효시킨 발효액이 인간모유두세포에 미치는 육모효과를 알아보았다. 황칠나무 잎·가지 발효 추출물의 농도가 1, 10  $\mu\text{g}/\text{ml}$  범위에서 인간모유두세포는 세포사멸 증가 없이 유의적으로 세포 성장이 농도의존적으로 증가하였다. 또한 황칠나무 잎·가지 발효물로 처리한 세포가 대조군보다 세포성장이 활발함을 이중염색법으로 확인하였다. 더욱이 황칠나무 잎·가지 발효 추출물 처리한 세포는 처리하지 않은 세포에 비해 각각 18.84%, 23.31% 세포 이동성이 증가하였다. 고성능액체크로마토그래피(HPLC)를 이용하여 육모효과의 활성 물질을 분석하였다. 모발성장효과가 알려진  $\beta$ -sitosterol 함량이 황칠나무 잎·가지 추출물에 비해 황칠나무 잎·가지 발효 과정에서 약 10배 증가되는 것을 확인하였다. 결과를 종합하면, 우리는 본 연구에서 황칠나무 잎·가지 추출물 발효액이 모발 성장을 촉진시킴을 확인하였다.