

## 쥐오줌풀 정유의 향기성분 동정과 생리활성 효과 연구

정지은<sup>1,\*</sup> · 정숙희<sup>2,†</sup>

<sup>1</sup>남부대학교 향장미용학과, 박사과정

<sup>2</sup>남부대학교 향장미용학과, 교수

(2024년 5월 24일 접수; 2024년 6월 28일 수정; 2024년 6월 30일 채택)

### Identification of Aromatic Components and Physiological Activities of *Valeriana fauriei* Essential Oil

Ji-Eun Jung<sup>1,\*</sup> · Sook-Heui Jung<sup>2,†</sup>

Department of Cosmetology Science, Nambu University, Gwangju, 62271, Republic of Korea

(Received May 24, 2024; Revised June 28, 2024; Accepted June 30, 2024)

**요약** : 본 연구는 국내 천연 자생 식물인 쥐오줌풀을 정유 추출하여 향기 성분 분석결과를 기반으로 항산화(DPPH, ABTS), 세포생존율(MTS), 항염(Nitric oxide)실험을 수행하였다. 향기성분 분석결과 쥐오줌풀의 대표 유효 성분인 ester류의 bornyl acetate가 47.88%로 타지역에 비해 높은 함유량을 나타냈으며 patchouli alcohol (18.9%), camphene (11.37%), camphene (11.37%),  $\alpha$ -Pinene (5.44%), D-limonene (1.11%)등이 동정되었다. 항산화 활성인 DPPH 라디칼 소거능이 250  $\mu$ l/ml에서 73.62%, ABTS 라디칼 소거능이 250  $\mu$ l/ml에서 82.17%을 보였으며, 세포독성이 확인되지 않은 5  $\mu$ l/ml의 농도에서 NO 생성 저해능은 대조군에 대비 62.02%로 감소함을 나타냈다. 이를 통해 기능성 제품으로의 활용 가능성을 과학적으로 검증하여 쥐오줌풀 정유를 활용한 연구분야에 일부 기여할 수 있을 것이라 기대되는 바이다.

**주제어** : 쥐오줌풀, 향기성분, 항산화, 항염, 화장품 소재

**Abstract** : This study extracted essential oil from the native Korean plant *Valeriana fauriei* and performed fragrance component analysis, antioxidant (DPPH, ABTS), cell viability (MTS), and anti-inflammatory (Nitric oxide) experiments based on the analysis results. The fragrance component analysis revealed that the major effective component of *Valeriana fauriei*, bornyl acetate, was present at a high content of 47.88%, compared to other regions. Additionally, patchouli alcohol (18.9%), camphene (11.37%),  $\alpha$ -Pinene (5.44%), and D-limonene (1.11%) were identified. The antioxidant activity showed that the DPPH radical scavenging activity was 73.62% at 250  $\mu$ l/ml, and the ABTS radical scavenging activity was 82.17% at 250  $\mu$ l/ml. At a concentration of 5  $\mu$ l/ml, which did not exhibit cytotoxicity, the NO production inhibition rate decreased by 62.02% compared to the control

<sup>†</sup>Corresponding author

(E-mail: skin1004@nambu.ac.kr)

group. Through these findings, the potential for the application of *Valeriana fauriei* essential oil in functional products has been scientifically validated, contributing to research utilizing *Valeriana fauriei* essential oil.

*Keywords* : *Valeriana fauriei*, Aroma ingredient, Antioxidant, Anti-inflammatory, Cosmetic Materials

## 1. 서론

향기 산업의 빠른 성장 이유는 코로나19 팬데믹 당시 실내 체류 시간이 급증하면서 향에 대한 관심과 수요가 증가한 덕분인 것으로 본다[1]. 긴 시간 동안 실내에 머무르는 사람들은 편안하고 쾌적한 환경을 원하게 되며 스트레스 완화와 정서적 안정을 위한 방법으로 향기를 통해 공간을 개선하고자 하는 경향이 증가하게 되는 것으로 사료된다. 뇌는 마음에 드는 향기를 맡았을 때, 그 기억을 더욱 강력하게 간직한다. 오감 중에서도 후각은 감정과 기억을 담당하는 대뇌에 직접적으로 작용해 우리의 정서를 강력하게 자극한다. 건강과 웰빙, 힐링트렌드에 대응해 친환경 친자연주의 문화가 확산되며, 이런 의미에서 현재 인도, 일본, 중국의 동아시아 향산업이 다시 주목받고 있으며 동양의 향기가 부각되고 있다[2].

향기를 통한 대체요법이나 아로마테라피와 같은 약용작물을 이용한 치료법들 또한 일반화되고 있는데 이는 자연과 가까워지려는 환경친화적인 경향과도 일치하며, 최근에는 향우울제 등의 작용과 체내 호르몬 작용 변화에 의한 치료효과도 인정되고 있다[3]. 향기요법에 사용되는 에센셜 오일은 각종 식물의 꽃, 줄기, 잎, 뿌리, 열매 등의 향기 성분으로 식물의 표피나 엽육조직에서 분화된 세포 외의 특정한 공간에 저장되어 있는 휘발성 물질로 식물성 정유라고도 부른다[4]. 정유는 주로 향이 있는 식물에서 분리되는 2차 대사 물질 중 하나로, 기름 형태의 휘발성 혼합물이다. 정유에는 향산화[5-7], 항진균[8-9], 살충[10-11], 항세균[12-13] 효과 등 다양한 생물학적 효능이 있다고 알려져 있으며, 정유의 성분 분석과 안전성 검증을 위한 독성 평가가 이루어지고 있다[14-15]. 식물 추출물에는 다양한 화합물이 존재하며, 유기적으로 작용하여 생리적 활성을 나타낸다[16]. 이에 방향작용이 있는 국내 약용작물을 연구하여 발전시킬 필요성이 대두된다.

본 연구에 사용된 쥐오줌풀(*Valeriana fauriei*)

은 마타리과(Valerianaceae)에 속하는 다년생 초본식물로서 전 세계에 약 200종이 주로 북부 유럽 및 아시아의 온대지방에 분포하고 줄기는 직립성으로 다 자란 초장은 50cm 내외이며[17], 뿌리에서 나는 독특한 향이 특징이다[18]. 국내의 경우 약 8종의 쥐오줌풀이 야생하는 것으로 알려져 있으며[19], 대한약전에는 쥐오줌풀의 뿌리를 길초근이라고 하여 생약으로 취급하고 있으나 이를 이용한 국산제제도 없고 민간에서도 별로 이용되지 않는 실정이다[20]. 유럽지역에서는 오래전부터 쥐오줌풀의 뿌리를 진정, 두통, 불면, 신경성, 불안, 히스테리 등 신경-정신질환의 치료를 위한 생약으로 상용되었고, 쥐오줌풀의 뿌리 추출물은 유럽과 미국에서 수면장애, 불안 및 신경통을 치료하는 데 사용되었다[21]. 또한 동물 및 임상실험에서 불안 완화, 진정 및 수면유도 효과가 입증되었으며, 마우스에서 운동성 감소와 관련된 진정작용 및 항경련 효과가 있다고 보고되었다[22]. 추출물과 달리 향기가 진한 뿌리에서 얻어진 정유는 방향제, 향장품, 식품 등으로 사용되어 왔다[23]. 그러나 국내에서는 쥐오줌풀에서 추출한 정유의 향산화 및 항염증 효과에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

따라서 쥐오줌풀 정유 추출물의 향기성분 분석 결과를 토대로 향산화, 세포독성, 항염 실험을 진행하여 피부·신경·두뇌와의 연결을 조절할 수 있는 천연 화장품 소재로의 가능성을 알아보고자 연구를 수행하였다.

## 2. 실험

### 2.1. 재료 및 향 성분 추출

충북 제천에서 재배된 쥐오줌풀을 제천약초연구소에서 구입하여 잘게 부순 후 각 부위별(뿌리, 잎, 줄기) 시료를 혼합하여 사용하였다. 시료 500g과 증류수 6 L를 혼합하여 동시연속식 수증기증류 추출장치(Hanil Lab Tech, Gyeonggi-do,

Korea)에 투입한 후 100°C에서 4 h 실시하였다. 기연구[24]된 길초근의 다양한 추출방법(수증기 증류, 유기 용매, 초임계)중 정유의 활성물질을 고려하여 가장 효율적인 방법인 수증기증류 추출 방법을 선택하였다.

## 2.2. 방법

### 2.2.1. GC-MS 분석 및 정유성분 동정

추출된 쥐오줌풀 향기성분 분석은 GC-MS (Gas Chromatography-Mass Selective Detector): Thermo Scientific, USA 기기를 사용하였다. DB-5MS column (60 m x 0.25 mm, 0.25  $\mu$  m)이 장착된 Trace 1310을 사용하여 50°C에서 분당 5°C로 승온하여 300°C에서 15 min 유지하며 시료 주입구 및 검출기 온도는 각각 200°C, 캐리어 가스는 1 min당 1 ml 속도로 흘러보냈다. Electron impact/mass spectrometer (EI/MS)의 조건으로는 ionization energy를 70eV, MS source와 MS quad 온도는 각각 230°C와 150°C로 하여 진행하였으며, EM voltage는 200으로 설정하였으며 GC-MSD로 각 peak의 total ion chromatography (TIC)를 얻은 후 Wiley/NBS library와 비교하여 각각의 성분을 동정하였다.

### 2.2.2. DPPH 라디칼 소거능

DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) 라디칼 소거능은 Blois[25]의 방법을 변형하여 안정한 유리 라디칼 상태인 DPPH에 대한 시료와의 반응에 의해 DPPH 라디칼이 감소하는 정도를 측정하였다. 0.4 mM DPPH 용액(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 100  $\mu$ L와 농도별 시료 100  $\mu$ L을 1:1로 혼합하여 암실에서 30 min 반응시킨 후 517 nm에서 분광광도계 (microplate reader, Molecular Devices EMax Plus, USA)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 양성대조군으로 L-ascorbic acid (Sigma-Aldrich)를 사용하였으며, 3회 반복 실험 결과를 백분율로 표시하여 전자 공여능(electron donating ability, EDA)으로 나타내었다.

$$\text{EDA}(\%) = \left\{ 1 - \frac{\text{시료 처리 군 흡광도}}{\text{시료 무 처리 군 흡광도}} \right\} \times 100$$

### 2.2.3. ABTS 라디칼 소거능

ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-

6-sulphonic acid) 라디칼 소거능은 Nicoletta 등 [26]의 방법을 변형하여 측정하였다. ABTS는 DPPH와 유사한 항산화 효능의 지표이지만 친수성과 소수성 물질의 항산화 효능을 측정할 수 있고, DPPH와 달리 흡광도 측정 시 시료의 색소에 의한 문제점이 없으며 반응이 비교적 빠르다[27]. 14 mM ABTS 용액(Sigma-Aldrich Co.)과 4.8 mM potassium persulfate (Hayashi Pure Chemical Ind. Ltd., Osaka, Japan)을 혼합하여 암실에서 24 h 동안 방치하여 ABTS를 형성시킨 후 에탄올과 1:9로 희석된 ABTS와 시료(pH 7.4)를 8:2로 혼합하여 최종 15 min 차광 반응시킨 뒤 655 nm에서 분광광도계(microplate reader)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 양성대조군으로 L-ascorbic acid를 사용하였으며, 3회 반복 실험 결과를 백분율로 표시하여 EDA로 나타내었다.

$$\text{EDA}(\%) = \left\{ 1 - \frac{\text{시료 처리 군 흡광도}}{\text{시료 무 처리 군 흡광도}} \right\} \times 100$$

### 2.2.4. 세포배양

본 실험에 사용된 RAW 264.7 cell은 한국세포주은행(KCLB, Korea)으로부터 분양 받아 사용하였으며, 10% fetal bovine serum (Atlas Biologicals, TX, USA)과 1% penicillin-streptomycin (Gibco, Thermo Fisher Scientific, USA)을 첨가한 Dulbecco's Modified Eagle's Medium (DMEM, Gibco)을 사용하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator (Panasonic, JAPAN)에서 배양하였다. 세포는 1 × 10<sup>4</sup> cells/well로 분주되었으며 세포의 density가 70-80%가 되었을 때 배지를 교환하였다.

### 2.2.5. 세포 생존율 측정

RAW264.7에 다양한 농도의 쥐오줌풀 정유 샘플을 처리한 후 Desai 등의 방법[28]에 의하여 Methylthiazolyldiphenyl-tetrazolium bromide (MTS) assay를 수행하였다. MTS 분석의 경우 CellTiter 96® AQueous One Solution Cell Proliferation Assay 키트(Promega Corporation, Madison, USA)를 사용하여 희석한 시료를 세포에 각각 처리하여 24 h 동안 배양 MTS 시약을 각 웰에 첨가한 다음 차광상태에서 3 h 반응시킨 후 상등액을 제거하고 490 nm에서 분광광도계 (microplate reader)를 이용하여 흡광도를 측정하

였다. 3회 반복 실험 결과를 백분율로 표시하여 대조군에 대한 세포 생존율을 나타내었다.

$$\text{Cell viability(\%)} = \frac{\text{시료 처리 군의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}} \times 100$$

### 2.2.6. Nitric oxide (NO) 생성 억제 측정

NO 생성 저해능은 Griess reagent system을 이용하여 측정하였다[29]. RAW 264.7 세포를  $1 \times 10^4$  cells/well로 분주하고 CO<sub>2</sub> incubator (37°C, 5%)에서 24 h 동안 배양하였다. 농도별로 세포배양 배지로 희석하여 분주하고 10 µg/ml LPS (Lipopolysaccharide(LPS, Sigma-Aldrich)를 시료 처리군에 첨가하여 24 h 동안 반응을 유도하였다. 새로운 96well plate에 배양액을 100 µl를 옮겨 담아 Nitric Oxide Detection Kit (iNtRON Biotechnology, Seongnam, Korea)를 이용하여 substrate solution buffer 1을 40 µl을 분주하고 10 min 반응 후 substrate solution buffer 2를 분주하여 20 min 반응시킨 후 560 nm에서 분광광도계(microplate reader)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. LPS만 처리한 대조군과 비교하여 3회 반복 실험한 결과를 백분율로 표시하여 산화질소 생성 저해능을 나타내었다.

$$\text{NO synthesis(\%)} = \frac{\text{시료 처리 군의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}} \times 100$$

### 2.2.7. 통계 처리

결과 통계 처리는 3회 반복하여 평균±표준편차(mean±SD)로 제시하고 실험값에 대한 통계분석은 SPSS 24.0 (SPSS ver. 24.0; IBM, Korea) 프로그램을 이용하였다. 대조군에 관한 실험군의 유의성은 Student's t-test를 통해  $p < 0.05$  수준에서 유의적 차이를 검증하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 정유 성분 분석

충북 제천에서 재배한 쥐오줌풀을 추출한 정유를 분석한 결과 50종의 휘발성 향기성분이 확인되었다. 성분 중 컬럼에서 용출되어 나오는 주요 성분을 순서대로 제시하였다(Table 1). 화합물 종류는 ester류가 52.26%로 가장 많은 비중을 차지하였으며 sesquiterpenes류(26.93%), monoterpenes

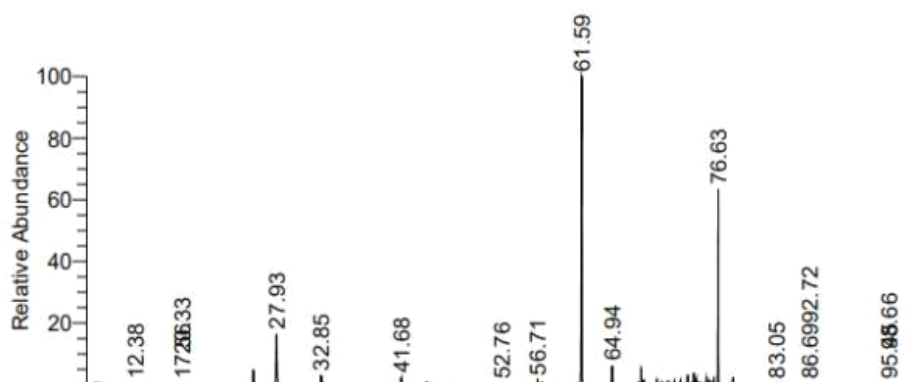
류(19.12%), 기타(1.39%) 순으로 나타났다. ester류의 47.88%를 차지하는 bornyl acetate는 대진(32.6%), 추풍령(22.6%), 유구(33.1%)[30]로 선행연구의 서식지별 쥐오줌풀의 성분분석 결과에 비해 높은 함유량을 나타냈다. Bornyl acetate는 쥐오줌풀의 향기의 주성분으로 balsam 및 pine needle을 연상케 하는 향기를 지니고 있어 각종 향장품의 원료로서 많이 사용되며[31], 쥐의 경구 및 복강에 투여하였을 때 항균, 진통 및 항염증 효과[32]등 항알레르기 작용이 우수한 것으로 알려져 있다. 다음으로 sesquiterpenes류의 patchouli alcohol(18.9%)은 향수 산업에 널리 적용되고 있으며 면역 조절, 항산화, 살충, 미백 및 진정과 같은 다양한 약리학적 특성을 가지고 있음이 입증[33]되었다. monoterpenes류의 camphene(11.37%),  $\alpha$ -pinene(5.44%), D-limonene (1.11%)등은 미생물 성장억제 효과, 천연 항생물질로 미생물의 세포 표면에 흡착하여 세포막을 교란 및 파괴함으로써 항균 효과가 있는 것으로 보고[34-38]되었으며, 진정작용과[39-40], 그 외에도 고혈압, 항염증 효과가 있다고 알려져 있다[41]. 쥐오줌풀의 다양한 활성 성분 중 수면과 불안 완화 개선에 영향을 많이 주는[42-43] 물질인 valerenic acid의 경우 분자 크기가 작고 극성이 낮아 ethanol에 잘 용해되는 성질[44]이 있어 수증기증류 추출조건에 따른 함량 변화를 가져온 것으로 사료된다.

### 3.2. DPPH 라디칼 소거능 변화

사람의 인체 내에서 발생하는 활성산소에 의해 세포 손상이 발생하는 과정을 억제하는 반응을 항산화 반응이라고 한다[45]. DPPH에 의한 항산화 활성은 화합물이 DPPH radical에 전자를 공여함으로써 천연물질 추출물의 DPPH free radical의 소거능을 측정하는데 널리 활용되고 있으며 소수성 물질의 항산화 효능을 측정할 수 있다[46-48]. 항산화제인 L-ascorbic acid  $97.56 \pm 0.002\%$  (1000 µl/ml)와 비교한 결과  $72.62 \pm 0.003\%$  (250 µl/ml),  $59.7 \pm 0.003\%$  (125 µl/ml),  $57.11 \pm 0.001\%$  (100 µl/ml),  $36.51 \pm 0.007\%$  (50 µl/ml)의 DPPH 라디칼 소거능을 각각 나타내었다(Fig. 2). 이는 200 µg/ml 농도에서 파출리 정유  $26.7 \pm 0.8\%$ , 레몬글라스 정유  $48.8 \pm 2.7\%$ , 미르 정유  $62.8 \pm 1.8\%$  보다 높은 활성도를 나타냈다[49].

Table 1. GC/MS Component analysis result

No	Time	Compound Name	Area(%)
1	25.36	$\alpha$ -pinene	2.99
2	27.93	Camphene	11.37
3	32.85	$\alpha$ -pinene	2.45
4	41.68	D-Limonene	1.11
5	61.59	Bornyl acetate	47.88
6	64.94	$\alpha$ -terpinyl acetate	1.93
7	68.13	Undecanoic acid, methyl ester	1.54
8	73.25	Patchouli alcohol	0.81
9	73.93	Spirojatamol	1.53
10	76.16	trans-Sesquisabinene hydrate	1.44
11	76.63	Patchouli alcohol	18.90
12		etc	8.05
Total			100

Fig. 1. Gas Chromatogram of volatile flavor components from *Valeriana fauriei* essential oil.

### 3.3. ABTS 라디칼 소거능 변화

ABTS 라디칼 소거능은 DPPH와 함께 많이 사용되는 항산화력 측정법 중 하나로 이는 ABTS와 potassium persulfate의 혼합물 반응에 의해 생성된 비교적 안정한 자유라디칼이다. ABTS를 peroxidase와  $H_2O_2$ 를 반응시키면  $ABTS^+$ 이 생성되는데, 이때 추출물의 항산화력에 의해서  $ABTS^+$  고유의 색인 청록색이 탈색되어 decolorization 되는 원리를 이용하여 측정하는 방법이다. ABTS 라디칼 소거 반응은 DPPH 라디칼 소거 반응보다 반응속도가 빠르며, 극성 및 비극성 화합물 모두 반응하여 더 높은 소거능이 일어난다고 알려져 있다[50-51]. 항산화제인 L-ascorbic acid  $90.02 \pm 0.002\%$  (1000  $\mu$ l/ml)와 비교한 결과  $82.17 \pm 0.03\%$  (250  $\mu$ l/ml),  $74.07 \pm 0.05\%$

(125  $\mu$ l/ml),  $58.41 \pm 0.05\%$  (100  $\mu$ l/ml),  $30.87 \pm 0.01\%$  (50  $\mu$ l/ml)의 ABTS 라디칼 소거능을 각각 나타내었다(Fig. 3). 이는 200 ug/ml 농도에서 페퍼민트 정유  $56.7 \pm 1.1\%$ , 버가못 정유  $45.7 \pm 0.1\%$ , 팔마로사 정유  $58.5 \pm 0.9\%$ , 캐모마일 저먼 정유  $65.4 \pm 0.1\%$ 보다 높은 활성도를 나타냈다[49].

### 3.4. RAW 264.7 세포생존을 평가 결과

천연물을 이용한 세포생존을 평가는 주로 MTS assay를 이용하여 측정하며, MTT와 달리 MTS는 tetrazolium salt가 수용성 formazan을 생성하기 때문에 유기 용매 처리 없이 세포손실도 위험을 줄일 수 있다[52]. 측정 결과  $115.98 \pm 0.02\%$  (0.5  $\mu$ l/ml),  $115.67 \pm 0.001\%$  (1  $\mu$ l/ml), 127.13

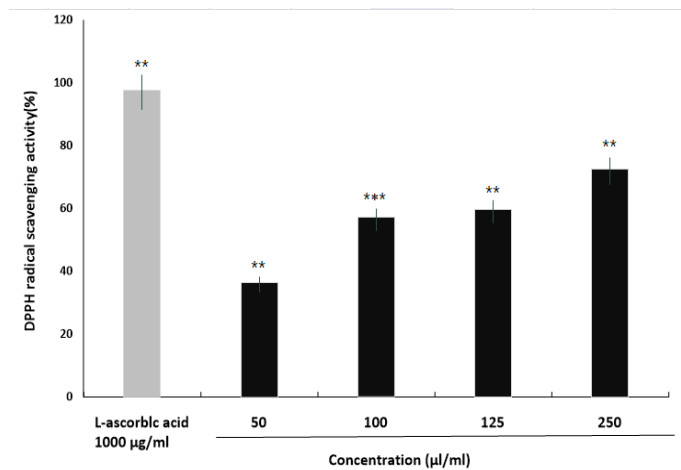


Fig. 2. Effect of anti-oxidant effects of *Valeriana fauriei* by DPPH radical scavenging. Data are presented as mean  $\pm$  SD. \* $p$ <0.05 compared with the negative control.

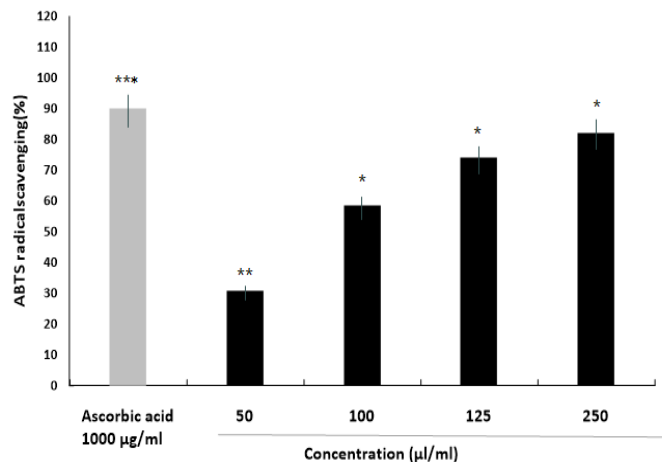


Fig. 3. Effect of anti-oxidant effects of *Valeriana fauriei* by ABTS radical scavenging. Data are presented as mean  $\pm$  SD. \* $p$ <0.05 compared with the negative control.

$\pm 0.03\%$  (1.5  $\mu$ l/ml),  $123.98 \pm 0.01\%$  (2  $\mu$ l/ml),  $119.19 \pm 0.06\%$  (3  $\mu$ l/ml),  $114.45 \pm 0.01\%$  (5  $\mu$ l/ml)로 대조군인 control 결과인 100%과 유사한 면역 활성을 보이며 모든 농도에서 독성을 나타내지 않았다(Fig. 4). 보통 농도가 높아짐에 따라 세포생존율이 낮아지는 기존 선행 연구를 참고하여 다양한 농도의 실험이 향후 필요할 것으로 사료된다. 쥐오줌풀 정유의 높은 세포생존율은 전체적으로 세포보호 및 재생 효과가 있다고 보여진다.

### 3.5. RAW 264.7 세포의 산화질소 생성 저해능 효과

NO는 nitric oxide synthase (NOS)에 의해 L-citrulline으로 변환과정 중에 형성되는 활성 질소종 중의 하나로, 특히 inducible nitric oxide synthase (iNOS)에 의해 대식세포에서 분비되어 면역반응에 관여하는 대표적인 물질이다[53]. RAW 264.7 대식세포는 LPS 자극에 민감하여 NO 생성이 잘 일어나므로 항염증 효과를 평가하는 데 널리 이용되고 있으며[54], Choi와 Kim[55]

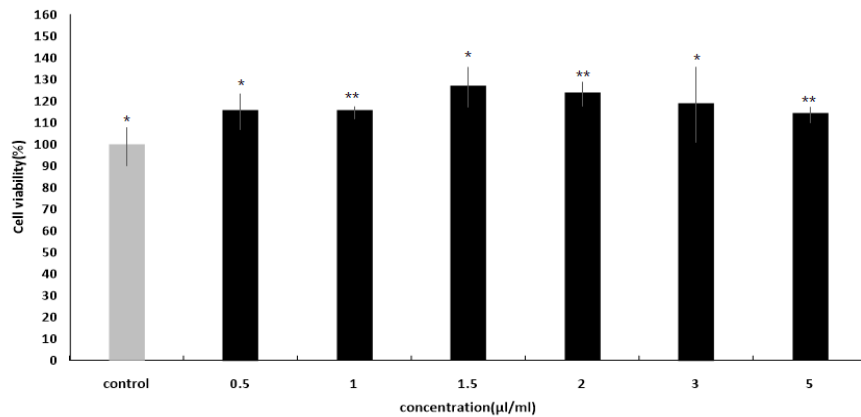


Fig. 4. Effect of viability of cells treated with *Valeriana fauriei* in Raw 264.7 cell. After culturing the RAW 264.7 cells ( $1 \times 10^4$  cells/well) for 24 h, they were treated with 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 5  $\mu$ l/ml of extracted *Valeriana fauriei* for 24 h. Then, it was performed using the MTS assay. Data are presented as mean  $\pm$  SD. \* $p < 0.05$  compared with the negative control.

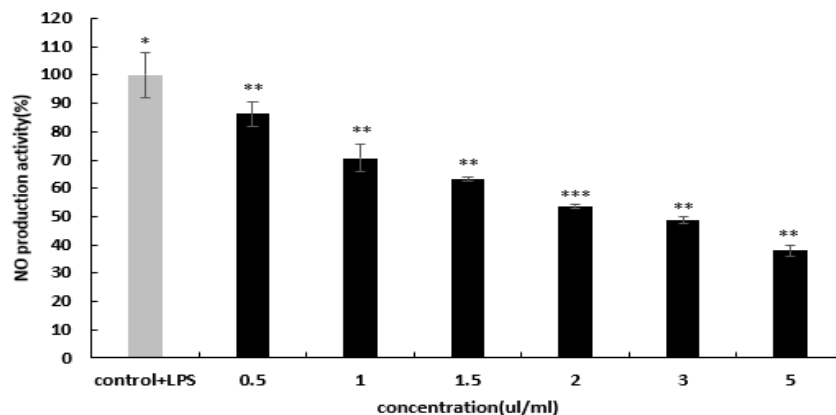


Fig. 5. Synthesis effect of hot water extracts from *Valeriana fauriei* on NO production in LPS-stimulated RAW 264.7 cells. After culturing RAW 264.7 cells in  $1 \times 10^4$  -well plate for 24 h, and then LPS (10  $\mu$ g/ml) was treated for 24 h. After that, *Valeriana fauriei* were treated by concentration (0.5, 1, 1.5, 2, 3, 5  $\mu$ g/ml). Data are presented as mean  $\pm$  SD. \* $p < 0.05$  compared with the negative control.

에 따르면 NO의 생성과 iNOS의 발현 및 활성을 억제할 수 있는 화합물은 항염증 물질로 이용될 수 있다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 LPS로 염증반응을 유도하여 쥐오줌풀 정유의 산화질소 생성 저해능을 측정된 결과  $13.68 \pm 0.002\%$  (0.5  $\mu$ l/ml),  $29.36 \pm 0.002\%$  (1  $\mu$ l/ml),  $36.75 \pm 0.0004\%$  (1.5  $\mu$ l/ml),  $46.23 \pm 0.0003\%$  (2  $\mu$ l/ml),  $51.28 \pm 0.0005\%$  (3  $\mu$ l/ml),  $62.02 \pm 0.001\%$  (5  $\mu$ l/ml)로 시료를 처

치하지 않고 LPS만 처치한 대조군과 비교했을 때 농도 의존적으로 산화질소의 생성이 저해되고 있음을 확인하였다(Fig. 5). 쥐오줌풀 정유는 항염증 물질로 전자 발현을 억제하여 NO의 생성량 감소에 기여하였다고 사료되며 이는 금은화, 연교 포공영 혼합물 49.75% (400  $\mu$ g/ml)[56], 닭발, 오가피 두충 혼합 추출물 61.30% (2.5 mg/ml)[57]의 NO 생성 억제[57] 보다 우수한 억제효과를 보여주었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 쥐오줌풀의 정유를 추출하여 유효성분을 확인 후 항산화 및 항염효과에 대해 확인하였다. 충북 제천에서 재배한 쥐오줌풀 정유의 주요 성분인 bornyl acetate는 약리학적 특성으로 항염증 및 면역조절, 진정효과[58]등이 보고되었으며 기 연구된 산지별 쥐오줌풀의 성분분석 결과[30] 중 가장 높은 47.88%를 나타내었다. 항산화능인 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과 250  $\mu$ l/ml 농도에서 72.62%, ABTS 라디칼 소거능이 82.17%로 우수한 항산화 활성을 나타내었다. 대식세포에서의 세포독성이 확인되지 않은 5  $\mu$ l/ml 농도에서의 세포 내 NO 생성 억제 활성은 대조군과 비교하여 62.02%가 감소하여 쥐오줌풀 정유의 항염효과를 확인하였다. 따라서 전 세계 모노테르펜류의 휘발성 성분들이 함유된 식물들의 생리활성과 항염증 효과의 작용 메커니즘을 강조하는 기존 선행 연구[59]를 뒷받침 할 수 있으며 쥐오줌풀에서 추출한 정유는 천연 기능성 향기 제품으로 활용될 가능성이 높다.

지용성 화합물인 정유의 활용도를 높이기 위해서는 제제 및 제형에 대한 연구가 선행되어야 한다. 이에 따라 천연 정유 연구를 통해 국내외 향료 산업의 확장에 대응하고, 아로마테라피의 무분별한 남용을 방지하며, 그 화학적 효과를 과학적으로 검증하여 향기 관련 새로운 학문 분야를 정립하려는 시도가 필요하다.

더불어, 인체에 대한 아로마 에센셜 오일의 작용과 효과를 검증하여 만족스러운 데이터를 축적하는 것이 중요하다. 하지만 한국 임상에서는 여전히 전통 의학을 경시하는 경향이 있다. 향후에는 향기치유의 기초가 되는 향장학을 기반으로 인간의 몸과 정신을 총합적으로 이해하고 치료하는 통합·융합 학문으로 진화·발전시킬 필요가 있다. 이와 같은 맥락으로 우리 전통향기 산업의 발전방향과 세계화 전략을 수립할 필요성이 제시되며 국내 식물을 활용한 정유 연구분야가 일부 기여할 수 있을 것이라 기대되는 바이다.

#### 감사의 글

이 학술지는 정부 재원(산림청)으로 한국임업진흥원의 지원을 받아 출판되었음.

#### References

1. H. W. Choi, *The Virtual Economy Era Created by Metaverse Is Coming*. pp. 80–83, Hanz Media, (2021).
2. Y. Kim, "How to Combine Traditional Incense Culture and the Incense Industry –A Case Study of the Global Incense Producer 'Nippon Koudou'", *Journal of Japanese Language and Literature*, Vol.87, pp. 227–242, (2020).
3. 広瀬清一. "香りの機能性と効用. *AROMA RESEARCH*, Vol.10, No.4 pp. 324–335, (2009).
4. H. S. Lee, "A Proposition to the Development of Emotional Contents in The Digital Cultural Environment – Centering on USB Ceramic Aroma Diffuser", *The Korean Society of Science & Art*, Vol.6, pp. 111–121, (2010).
5. R. Amorati, M. C. Foti, L. Valgimigli, "Antioxidant activity of essential oils", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.61, No.46 pp. 10835–10847, (2013).
6. R. Salgado-Garciglia, J. Lopez-Meza, R. Torres-Martinez, A. Ochoa-Zarzosa, A. Saavedra-Molina, "Antioxidant activity of the essential oil and its major terpenes of *Satureja macrostema* (moc. And sesse ex benth.) briq", *Pharmacognosy Magazine*, Vol.13, No.4 pp. 875–880, (2018).
7. M. J. Jeong, J. Yang, W. S. Choi, J. W. Kim, S. J. Kim, M. J. Park, "Chemical compositions and antioxidant activities of essential oil extracted from *Neolitsea aciculata* (Blume) Koidz leaves", *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, Vol.45, No.1 pp. 96–106, (2017).
8. F. Nazzaro, F. Fratianni, R. Coppola, V. Feo, "Essential oils and antifungal activity", *Pharmaceuticals (Basel)*, Vol.10, No.4 pp. 86–106, (2017).
9. M. D'agostino, N. Tesse, J. P. Fripiat, M. Machouart, A. Debourgogne, "Essential oils and their natural active compounds presenting antifungal properties", *Molecules*,



- Vol.24, No.20 pp. 3713-3734, (2019).
10. A. Tripathi, S. Upadhyay, M. Bhuyan, P. Bhattacharya, "A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management", *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, Vol.1, No.5 pp. 052-063, (2009).
  11. A. Ayvaz, O. Sagdic, S. Karaborklu, I. Ozturk, "Insecticidal activity of the essential oils from different plants against three stored-product insects", *Journal of Insect Science*, Vol.10, No.1 pp. 21-32, (2010).
  12. F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck, M. Idaomar, "Biological effects of essential oils: A review", *Food and Chemical Toxicology*, Vol.46, No.2 pp. 446-475, (2008).
  13. S. Chouhan, K. Sharma, S. Guleria, "Antimicrobial activity of some essential oils-present status and future perspectives", *Medicines*, Vol.4, No.3 pp. 58-79, (2017).
  14. H. J. Min, C. S. Kim, H. J. Hyun, Y. S. Bae, "Essential oil analysis of *Illicium anistum* L. extracts", *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, Vol.45, No.6 pp. 682-688, (2017).
  15. C. Ahn, M. J. Park, J. W. Kim, J. Yang, S. S. Lee, E. B. Jeung, "Cytotoxic evaluation of plant essential oils in human skin and lung cells", *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, Vol.46, No.2 pp. 166-177, (2018).
  16. F. Sutili, A. L. Murari, L. L. Silva, L. Gressler, B. Heinzmann, A. Vargas, D. Schmidt, B. Baldisserotto, "The use of *Ocimum americanum* essential oil against the pathogens *Aeromonas hydrophila* and *Gyrodactylus* sp. in silver catfish (*Rhamdia quelen*)", *Letters in Applied Microbiology*, Vol.63, No.2 pp. 82-88, (2016).
  17. C. H. Cho, Y. H. Choi, K. S. Kim, "Differences of major compounds in Valerian *fauriei* var. *dasycarpa* Hara, *V. officinalis* var. *lalfolia* Miq and *V. wallichii* DC", *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, Vol.3 pp. 217-225, (1992).
  18. C. H. Cho, Y. H. Choi, K. S. Kim, "Differences of major compounds in Valerian *fauriei* var. *dasycarpa* HARA and Valerian *officinalis* L. grown at different places in Korea", *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, Vol.4, pp. 109-113, (1996).
  19. C. M. Kim, K. S. Ryu, "Chemical Study of Domestic Plants in the Valeriana Genus (Part II): Chemical Study of Gwangneung Valeriana", *Korean Journal of Pharmacognosy*, Vol.8, No.3 pp. 95-101, (1977).
  20. Y. T. Kim, "Study on the Essential Oil Components of Korean Valeriana (*Valeriana fauriei* var. *dasycarpa* Hara)", *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, Vol.14, No.1 pp. 66-78, (1992).
  21. S. M. Ross, "Sleep disorders: A single dose administration of valerian/hops fluid extract (*dormesax*) is found to be effective in improving sleep", *Holistic Nursing Practice*, Vol.23, pp. 53-256, (2009).
  22. J. Leuschner, J. Muller, M. Rudmann, "Characterisation of the central nervous depressant activity of a commercially available valerian root extract", *Arzneimittelforschung*, Vol.43, pp. 638-641, (1993).
  23. P. J. Houghton, "The biological activity of valerian and related plants", *Journal of Ethnopharmacology*, Vol.22, pp. 121-174, (1988).
  24. S. K. Lee, S. W. Jeon, I. H. Jung, S. G. Park, S. B. Lee, H. S. Lee, B. Y. Park, "Insecticidal effects on brown-winged leafhopper (*Ricania shantungensis*) in Valeriana *fauriei* essential oil extracted in 3 different ways", *Journal of Applied Biological Chemistry*, Vol.66, No.1 pp. 47-50, (2018).
  25. M. S. Blois, "Antioxidant determinations by the use of a stable free radical", *Nature*, Vol.181, pp. 1199-1200, (1958).
  26. P. Nicoletta, "Screening of dietary

- carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2, 2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cation decolorization assay", *Methods Enzymol*, Vol.299, pp. 379-389, (1999).
27. M. B. Arnao, "Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: A practical case", *Trends in Food Science & Technology*, Vol.11, pp. 419-421, (2000).
  28. A. Desai, T. Vyas, M. Amiji, "Cytotoxicity and apoptosis enhancement in brain tumor cells upon coadministration of paclitaxel and ceramide in nanoemulsion formulations", *Journal of Pharmaceutical Sciences*, Vol.97, pp. 2745, (2008).
  29. A. Murakami, M. Nakashima, T. Koshihara, T. Maoka, H. Nishino, M. Yano, T. Sumida, O.K. Kim, K. Koshimizu, H. Ohigashi, "Modifying effects of carotenoids on superoxide and nitric oxide generation from stimulated leukocytes", *Cancer Letter*, Vol.149, No.1-2 pp. 115-123, (2000).
  30. H. C. Chang, C. Hwan, C. L. Jong, Y. H. Kim, K. S. Kim, T. J. Ahn, O. K. Han, "Odor Characteristics of Essential Oil of *Valeriana fauriei* var *dasycarpa* HARA", *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, Vol.4, No.1 pp. 31-37, (1996).
  31. S. Arctander, *Perfume and Flavor Chemicals*, pp. 353, Montclair, (1969).
  32. J. R. G. D. S. Almeida, G. R. Souza, J. C. Silva, "Borneol, a bicyclic monoterpene alcohol, reduces nociceptive behavior and inflammatory response in mice", *The Scientific World Journal*, pp. 5, (2013).
  33. H. Guanying, P. Cheng, X. Xie, Z. Sanyin, C. Xiaoyu, "Availability, pharmacetics, security, pharmacokinetics, and pharmacological activities of patchouli alcohol", *Evidence-based complementary and alternative medicine*, pp. 9, (2017).
  34. P. K. Koukos, K. I. Papadopoulou, D. T. Patiaka, A. D. Papagiannopoulos, "Chemical composition of essential oils from needles and twigs of balkan pine (*Pinus peuce Grisebach*) grown in Northern Greece", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.48, pp. 1266-1268, (2000).
  35. Y .S. Lim, M. J. Bae, S. H. Lee, "Antimicrobial effects of *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. ethanol extract on *Listeria monocytogenes*", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.31, pp. 333-337, (2002).
  36. W. C. Zeng, Z. Zhang, H. Gao, L. R. Jia, Q. He, "Chemical composition, antioxidant, and antimicrobial activities of essential oil from pine needle (*Cedrus deodara*)", *Journal of Food Science*, Vol.77, pp. 824-829, (2012).
  37. P. Dhar, P, "Synthesis, antimicrobial evaluation, and structure-activity relationship of  $\alpha$ -pinene derivatives", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol.62, pp. 3548-3552, (2014).
  38. D. Preeti, C. PuiYee, C. T. Daniel, K. Fadi, G. Sarah, S. L. Teresa, D. Ellen, K. R. Prashant, W. Geeta, "Phytoncides (wood essential oils) induce human natural killer cell activity", *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, Vol.28, pp. 1-22, (2006).
  39. K Kawakami, M Kawamoto, M Nomura, H Otani, T Nabika, T Gonda, "Effects of phytoncides on blood pressure under restraint stress in SHRSP", *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, Vol.31, No. pp. 27-28, (2004).
  40. H. Yang, J. Woo, A. N. Pae, M. Y. Um, N. C. Cho, K. D. Park, M. Yoon, J. Kim, C. J. Lee, S. Cho, " $\alpha$ -Pinene, a major constituent of pine tree oils, enhances non-rapid eye movement sleep in mice through GABAA-benzodiazepine receptors", *Molecular Pharmacology*, Vol.90, pp. 530-539, (2016).
  41. I. Orhan, E. Küpeli, M. Aslan, M. Kartal, E. Yesilada, M, "Bioassay-guided evaluation of antiinflammatory and antinociceptive

- activities of pistachio, *Pistacia vera* L", *Journal of Ethnopharmacology*, Vol.105, pp. 235–240, (2006).
42. P. Sharon, C. Philippe, E. Sandra, M. Briley, "Validation of open: closed arm entries in an elevated plus-maze as a measure of anxiety in the rat", *J Neurosci Methods*, Vol.14, pp. 149–167 (1985).
  43. H. S. Choi, B. S. Ko, H. D. Kim, K. B. Hong, H. J. Suh, "Effect of valerian/hop mixture on sleep-related behaviors in *Drosophila melanogaster*", *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, Vol.40, pp. 1101–1110 (2017).
  44. J. Wang, J. Zhao, H. Liu, L. Zhou, Z. Liu, J. Wang, J. Han, Z. Yu, F. Yang, "Chemical analysis and biological activity of the essential oils of two valerianaceous species from China: *Nardostachys chinensis* and *Valeriana officinalis*", *Molecules*, Vol.15, pp. 6411–6422 (2010).
  45. R. Thanan, S. Oikawa, Y. Hiraku, S. Ohnishi, N. Ma, S. Pinlaor, P. Yongvanit, S. Kawanishi, M. Murata, "Oxidative stress and its significant roles in neurodegenerative diseases and cancer", *Journal of Molecular Sciences*, Vol.16, pp. 193–217 (2015).
  46. M. B. Arnao, "Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: A practical case", *Trends in Food Science & Technology*, Vol.11, pp. 419–421 (2000).
  47. S. A. Kang, J. A. Han, K. H. Jang, R. W. Choue, "DPPH radical scavenger activity and antioxidant effects of Cham-Dang-Gui (*Angelica gigas*)", *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, Vol.33, pp. 1112–1118 (2004).
  48. J. M. Kyu, "Monitoring the changes of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) absorbance and oxidation products in thermally oxidized linoleic acid", Ph.D. Thesis, Seoul National University, Korea, pp. 5–6 (2010).
  49. H. E. Park, J. A. Hyun, E. B. Kang, H. J. Kwon, S. H. Beom, D. G. Han, B. J. An, "Anti-inflammatory and antioxidant activities of *Rosa multiflora*", *Korean Journal of Food Preservation*, Vol.29, pp. 327–338 (2022).
  51. D. H. Yoo, I. C. Lee, "Antioxidant effect and iNOS, COX-2 expression inhibition on RAW 264.7 cell of *Mangifera indica* L. leaf", *Journal of Life Sciences*, Vol.30, pp. 783–790 (2020).
  52. S. M. Lee, C. D. Kim, "Antioxidant effect of leaf, stem, and root extracts of *Zingiber officinale* as cosmetic materials", *Asian Journal of Beauty and Cosmetology*, Vol.19, No.1 pp. 23–33 (2021).
  53. K. A. Jang, Y. H. Park, Y. J. Hwang, H. R. Kim, "Evaluation of anti-inflammatory effect of *Solanum melongena* L. in LPS-stimulated Raw 264.7 cells based on the cooking method", *Korean Journal of Food and Cookery Science*, Vol.37, pp. 457–466 (2021).
  54. H. S. Ryu, M. J. Lee, J. R. Ham, R. Y. Choi, H. I. Lee, H. J. Lee, Y. J. Son, M. K. Lee, "Anti-inflammatory effects of soybean embryo extract in LPS-stimulated Raw 264.7 macrophages", *Korean Journal of Food and Cookery Science*, Vol.48, pp. 1303–1309 (2019).
  55. M. W. Choi, J. I. Kim, "Anti-inflammatory effect of ethyl acetate fraction isolated from *Undaria pinnatifida* on lipopolysaccharides-stimulated Raw 264.7 cells", *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol.46, pp. 384–392 (2013).
  56. H. J. Park, J. S. Lee, J. D. Lee, N. J. Kim, J. H. Pyo, J. M. Kang, I. H. Choe, S. Y. Kim, B. S. Shim, J. H. Lee, S. B. N. Lim, "The Anti-inflammatory Effect of *Cinnamomi Ramulus*", *Journal of Korean Oriental Medicine*, Vol. 26, No. 2, pp. 140–151, (2005).
  57. J. Y. Baek, K. S. Kang, A. Y. Lee, H. Y. Kim, "Anti-inflammatory Property of

- Chicken Feet, Acanthopanax, and Eucommia ulmoides Oliver Mixture Extract in LPS-stimulated RAW 264.7 Macrophage Cells". *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal*, Vol. 35, No. 4, pp. 330-336, (2020).
58. Z. J. Zhao, Y. L. Sun, X. F. Ruan, "Bornyl acetate: A promising agent in phytomedicine for inflammation and immune modulation", *Phytomedicine*, Vol. 114, 154781, (2023).
59. S. B. Raphaelle, B. L. Sánchez Ortiz, A. C. M. Pereira, H. Keita, J. C. T. Carvalho, "Rosmarinus officinalis essential oil: A review of its phytochemistry, anti-inflammatory activity, and mechanisms of action involved", *Journal of Ethnopharmacology*, Vol. 229, pp. 29-45, (2019).