

## 몽골산 약용식물 수종의 항비만 활성 탐색을 위한 기초 연구

최문열#, 김소영, 김미려\*

대구한의대 한의과대학 본초약리학교실

### Basic research for exploring anti-obesity activity of several medicinal plants from Mongolia

Moon-Yeol Choi#, So-Young Kim, Mi Ryeo Kim\*

Department of Herbal Pharmacology, College of Korean Medicine, Daegu Haany University, Daegu, Korea

#### ABSTRACT

**Objective :** Obesity in modern society has a significant impact on pathological, psychological and social problems. Therefore, many studies on obesity treatment using herbal extracts with fewer side effects have been conducted. This study was designed to investigate the effect of inhibiting fat accumulation *in vitro* in order to Mongolian medicinal plants find anti-obesity candidate among.

**Methods :** We measured pancreatic lipase inhibitory activity in Mongolian medicinal plants extract. Cytotoxicity of these extracts was monitored in 3T3-L1 cells by MTT assay. In addition, the anti-obesity effects was confirmed at concentrations of 0.2, 0.1 and 0.05 mg/ml through Oil red O staining.

**Results :** Among Mongolian medicinal plants, *Rheum undulatum* roots in September (RURS), *Paeonia anomala* L. (PAL), and *Fragaria orientalis* (FO) showed the highest pancreatic lipase inhibitory activity. As a result of the MTT assay, more than 80% was judged to be non-toxic, and the concentration was determined, and as a result of evaluating the lipid accumulation inhibitory effect, 6 types were selected as candidates.

**Conclusion :** Based on these results, the top 7 species expected to be used as anti-obesity functional materials were selected. However, additional efficacy verification and mechanism of action need to be established in the future. So, it is expected that the medicinal plants verified through this will be used as functional materials for the prevention and treatment of obesity.

**Key words :** Anti-obesity, Mongolian medicinal plants, screening, 3T3-L1 cells, pancreatic lipase

## I. 서 론

비만은 서구화된 식생활, 신체활동 감소 및 유전적 원인 등으로 인해 전 세계적으로 발생하는 만성질환으로 에너지 섭취와 소비 간의 균형이 이루어지지 않아 체내에 지방조직이 과잉

축적되어 생기는 질병을 의미한다<sup>1)</sup>. 국내에서는 세계보건기구(World Health Organization, WHO) 아시아태평양 비만 지침에 따라 체질량 지수 (body mass index, BMI) 25 kg/m<sup>2</sup> 이상을 비만으로 진단하고 있으며, 2019년도 기준 대한민국 성인 비만 유병률은 33.8%로 2005년 이후 꾸준히 증가하는

\* Corresponding author : Mi Ryeo Kim, Department of Pharmacology, College of Korean Medicine Daegu Haany University, 165 Sang-dong, Suseong-gu Daegu 706-827, Korea.

· Tel : +82-53-770-2300

· Fax : +82-53-770-2312

· E-mail : mrkim@dhu.ac.kr

#First Author : Moon-Yeol Choi, department of Pharmacology, College of Korean Medicine Daegu Haany University, 165 Sang-dong, Suseong-gu Daegu 706-827, Korea.

· Tel : +82-53-770-2300

· Fax : +82-53-770-2312

· E-mail : yeol6234@hanmail.net

· Received : 10 April 2023

· Revised : 26 April 2023

· Accepted : 25 May 2023

추세이며 특히 성인 남성에서 41.8%로 높은 유병률을 나타내고 있다<sup>2)</sup>.

비만은 백색 지방 조직 (white adipose tissue, WAT)으로 알려진 체지방이 과도하게 축적되는 것이 특징이며, WAT의 성장은 과형성과 비대라는 두 가지 메커니즘에 의해 매개된다. 이는 새로운 지방세포의 형성과 성숙한 지방세포의 크기 증가를 의미한다. 따라서, 지방 생성 또는 비만을 억제하는 핵심 전략은 지방세포의 크기 또는 수를 조절하는 것이다<sup>3)</sup>. 비만 예방 및 치료의 근본적인 방법은 운동과 식이요법 등이 있지만, 생활 습관 개선은 어려움이 있어 약물 치료 방법이 대안으로 제시되었으나 효과가 없거나 부작용이 발현되는 것으로 보고되고 있다<sup>4)</sup>. Orlistat (Xenical), Naltrexone-bupropion 병합제 (Contrave<sup>®</sup>) 및 Liraglutide (Saxenda<sup>®</sup>) 등이 현재 비만 치료제로 사용되고 있으며, FDA는 이러한 약물을 비만 치료용으로 인정하였으나 대변실금, 지방변, 오심, 구토 및 췌장염 등과 같은 부작용을 일으킨다고 보고 되고 있다<sup>5)</sup>. 최근에는 약물보다 부작용이 적고 안전하며 체중 조절에 효과적인 천연물 소재에 대한 연구가 많이 이뤄지고 있다. 따라서, 본 연구는 부작용이 적은 천연 항비만 소재를 탐색하고자 16세기부터 20세기 초까지의 약물 관련 전문 서적인 The Mongolian Four Medical Tantras (Sumbe khamba Ishbaljir, 18th century), Identifiable knowledge of medicine (Tsakhar Gebsh Luvsanchultem, 18th century), Secrets of Prescription Recipes (Mindful Jambal, 1829), Coral Pendant (Ishdanzanvanjil, 19th century) 및 Gso byed mdzas mtshar mig rgyan (Jambaldorj)와 약물 관련 자료를 바탕으로 수집 및 번역하여 항비만 및 관절염 개선 약용식물에 대한 500종의 약용식물에 대한 데이터베이스를 구축하였다. 또한, 29종의 관절 건강 기능성 소재와 30종의 항비만 약용식물 리스트 확보와 30종 내외의 복합처방을 확보하였으며 이를 바탕으로 대사질환 개선 약용식물에 대한 리스트 40종을 선별하였다. 몽골은 천연물 자원이 매우 풍부함에도 불구하고, 70-80% 가량의 의약품을 수입하고 있으며 자국의 재배생산

인프라는 부족한 상황이다. 또한, 몽골 전통의학은 인도, 티베트 및 중의학을 융합하여 발전된 분야로 수백종의 약용식물자원을 바탕으로 신규 기능성 소재를 도출할 수 있을 것으로 사료되며, 국책사업의 일종으로 우수 품종의 생산 보급 또는 형질변화에 대한 다양한 연구 또한 진행되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 pancreatic lipase 활성 측정과 Oil red O staining을 통해 몽골산 약용식물 수종이 지방 흡수 억제 작용과 3T3-L1 지방 전구세포에서 지방 축적 및 생성과 지방세포의 분화에 미치는 영향에 대하여 평가하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 시료의 제조

본 실험에 사용한 몽골산 약용 작물은 Table 1과 같으며, 몽골 국립 의과대학 및 몽골 전통 의학 학술 연구소 소속인 몽골 연구팀에서 공급받아 사용하였다. 약용 작물은 채집 후 건조 작업을 거쳤으며, 건조된 원료를 적당한 크기로 절단하거나 분쇄하였다. 건조 원료 200 g 칭량 후 DW (distilled water) 10배수를 첨가하여 heating mentle (NP33.1, Pilz, Ostfildern, Germany)로 100℃에서 시작하여 30분 간격으로 10℃ 씩 올려 최종 180℃에서 2시간 가열하였다. 추출액을 여과하여 고체상과 액체상을 분리하였으며 잔류물을 버리고 진공원심농축기 (RE-301, Equipment Co., Zhengzhou, China)를 사용하여 액체를 농축하였다. 이후 -20℃ 이하에서 동결한 뒤 절단한 뒤, freeze-dryer (7753027, Labconco, Kansas, MO, USA)로 동결건조하여 분말을 얻었다. 분말 형태로 건조된 동결건조된 추출물은 실험 직전까지 -80℃에서 냉동보관 후 증류수에 녹여 사용하였다. 전체적인 수득율은 0.5-0.3 %로 나타났다.

Table 1. Mongolian medicinal plants used in the experiments

Sample No.	Mongolian name	scientific name	parts of plant	abbreviation	Korean name
1	Дагуур нохойн хошуу	<i>Rosa dahurica</i> Pall.	Whole grasses	RD	생열귀나무
2	Гишүүнэ 1	<i>Rheum undulatum</i> L.	Flowers and leaves	RUFL	대황 · 종대황
3	Гишүүнэ 2	<i>Rheum undulatum</i> L.	Roots in Aug.	RURA	대황 · 종대황
4	Гишүүнэ 2	<i>Rheum undulatum</i> L.	Roots in Sep.	RURS	대황 · 종대황
5	Британий зоосон цэцэг 1	<i>Inula Britannica</i> L.	Flowers, leaves and stems	IBFLS	금불초
6	Британий зоосон цэцэг 2	<i>Inula Britannica</i> L.	Roots	IBR	금불초
7	Шар хорс	<i>Aconitum barbatum</i> Pers.	Whole grasses	ABP	노랑투구꽃
8	Байгалийн хорс	<i>Aconitum baicalensis</i> Turcz.	Whole grasses	AB	-
9	Зэл зангуу	<i>Tribulus terrestris</i> L.	Whole grasses	TT	납가새 · 백질러
10	Хэрчлээт бивлинцэр	<i>Schizonepeta multifida</i> L.	Whole grasses	SM	-
11	Галуун гичгэнэ	<i>Potentilla anserina</i> L.	Whole grasses	PA	겉마
12	Сэгсгэр яргуйжин	<i>Anemone crinita</i> Juz.	Whole grasses	ACJ	바람꽃

Sample No.	Mongolian name	scientific name	parts of plant	abbreviation	Korean name
13	Мөнгөн дэгд /Намгийн дҮндэггарав	<i>Parnassia palustris</i> L.	Whole grasses	PPL	물매화
14	Тайжийн жинс 1	<i>Echinops latifolius</i> Tausch	Flowers and leaves	ELTFL	큰절굿대
15	Гоньд	<i>Carum carvi</i> L.	Whole grasses	CC	카라웨이 · 갈루자
16	Буурал гандьбадраа	<i>Veronica incana</i> L.	Whole grasses	VI	은꼬리풀
17	Азийн төлөгч өвс	<i>Achellea asiatica</i> Serg.	Whole grasses	AA	툽풀
18	Буриад хонин зажлуур	<i>Linari buriatica</i> Turcz	Whole grasses	LBT	-
19	Хэвлиг гиш	<i>Vicia amoena</i> Fisch.	Whole grasses	VA	갈퀴나물
20	Ягаан цээнэ	<i>Paeonia anomala</i> L.	Roots	PAL	아노말라작약
21	Алаг сүүт өвс	<i>Euphorbia discolor</i> Bertol.	Whole grasses	ED	-
22	Олслог халгай	<i>Urtica cannabina</i> L.	Whole grasses	UC	애기쇠기풀
23	Том навчит дэгд	<i>Gentiana macrophylla</i> Pall.	Whole grasses	GMP	진교
24	Том гэзэг цэцэг	<i>Delphinium grandiflorum</i> L.	Whole grasses	DG	제비꼬갈
25	Урт навчит хөвөн оройт	<i>Chamaeneron angustifolium</i> L.	Whole grasses	CA	분홍비늘꽃
26	Час улаан долоогоно	<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.	Whole grasses	CSP	붉은산사나무
27	Өлчир шарилж /агь	<i>Artemisia frigida</i> Willd.	Whole grasses	AFW	-
28	Эгэл нарс	<i>Pinus sylvestris</i> L.	Branch with spear	PS	구주소나무
29	Тайжийн жинс 2	<i>Echinops latifolius</i> Tausch	Roots	ELTR	큰절굿대
30	Удвал навчит тавилгана	<i>Spiraea aquilegifolia</i> Pall.	Whole grasses	SAP	평의다리
31	Хуурамч хонин арц	<i>Juniperus sabina</i> L.	Whole grasses	JS	차자원백
32	ГҮзээлзгэнэ	<i>Fragaria orientalis</i> Losinsk.	Whole grasses	FO	야생딸기의 2배제 중
33	Хавтага навчит хус	<i>Betulla phlatyphilla</i> var.	Whole grasses	BP	자작나무
34	Нарийн навчит цахилдаг	<i>Iris tenuifolia</i> Pall.	Whole grasses	IT	세엽연미
35	Шар мод	<i>Berberis sibirica</i> Pall.	Whole grasses	BS	시베리아 매자나무
36	Намгийн сургар	<i>Ledum palustre</i> L.	Whole grasses	LP	백산차
37	Далан тҮрүү	<i>Stellera chamaejasme</i> L.	Whole grasses	SC	서홍닥나무
38	Монгол буйлс	<i>Amygdalus mongolica</i> (Maxim.) Ricker	Whole grasses	AMR	-
39	Монгол чаргай	<i>Cotoneaster Mongolicus</i> Pojark.	Leaves and brounch	CM	섬개야광나무
40	Орхигдмол жамба	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Whole grasses	MN	난쟁이아욱

## 2. 방법

### 1) Pancreatic lipase 활성 측정

pH 6.8 Enzyme buffer (10 mM Morpholino propane sulfanic acid (MOPS, Sigma, st. Louis, MO, USA), 1 mM Ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA, generay, Shanghai, China)에 porcine pancreatic lipase (Sigma, st. Louis, MO, USA)를 2.5 mg/ml 농도로 녹여 사용하였다. porcine pancreatic lipase가 혼합되어 있는 enzyme buffer와 pH 7.0 Tris buffer (100 mM Tris-HCl (Affymetrix, California, USA), 5 mM CaCl<sub>2</sub> (Duksan, Ansan, Korea))와 몽골산 약용식물 수종을 각각 혼합하여, 37°C에서 15분간 배양

하였다. 배양이 끝난 후, Substrate solution (4,184 mg/ml p-nitriphenyl butyrate (Sigma, st. Louis, MO, USA) in Dimethyl formamide (DMF, sigma, st. Louis, MO, USA)를 첨가하여 37°C에서 30분간 배양시켜 ELISA plate reader를 이용하여 흡광도 405 nm에서 측정하였다.

$$\text{Inhibition (\%)} = \left(1 - \left(\frac{B-b}{A-a}\right)\right) \times 100$$

A : Absorbance of the control, a: Absorbance of the control blank

B : Absorbance of the sample, b: Absorbance of the sample blank

## 2) 세포 배양

마우스 유래 배아 섬유아세포인 3T3-L1 세포는 American Type Culture Collection (ATCC, CL-173TM, USA)에서 구입하여 사용하였다. 3T3-L1 세포는 37℃, 5% CO<sub>2</sub> 조건인 배양기에서 10% bovine calf serum (BCS, Thermo Scientific, USA) 및 1% penicillin-streptomycin (P/S, Thermo Scientific, USA)이 포함된 high-glucose Dulbecco's modified Eagle's medium (DMEM, Thermo Scientific, USA) 배지에서 배양하였다. 이후, 분화를 유도하기 위해 분화유도 배지 (10% fetal bovine serum (FBS, Thermo scientific, USA), 1% P/S, 111 µg/ml 3-isobutyl-1-methylxanthine (IBMX, Thermo scientific, USA), 2 µM dexamethasone (Thermo scientific, USA) 및 5 µg/ml insulin (Thermo scientific, USA)을 포함하는 DMEM)에서 2일 동안 배양하였다. 2일 후 10% FBS, 1% P/S 및 5 µg/ml insulin을 포함하는 DMEM 배지로 교환하여 성숙한 지방세포로 배양하였다. 각 추출물 농도는 0.05, 0.1 및 0.2 mg/ml로 각 배지 교체기간 동안 함께 처리하였다.

## 3) Cell proliferation 측정

몽골산 약용식물 수종이 3T3-L1 세포 증식률에 미치는 영향을 알아보기 위해, 3T3-L1 세포를 96 well plate에 0.2 × 10<sup>6</sup> cells/well이 되게 분주하여 37℃, 5% CO<sub>2</sub> 조건으로 배양기에서 48시간 적응시켰다. 적응 시킨 뒤 몽골산 약용식물 수종을 각각 농도별로 24시간 처리하였다. 그 후 1 mg/ml MTT 시약 (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium Bromide, sigma, St. Louis, Mo, USA)을 첨가하여 4시간 동안 반응시켰다. 시약을 제거하고 dimethyl sulfoxide (DMSO, sigma, St. Louis, Mo, USA)를 가하여 침전물과 혼합시켜 ELISA plate reader를 이용하여 흡광도 570 nm에서 측정하였다.

## 4) Oil-red O 염색

몽골산 약용식물 수종이 3T3-L1 세포의 지방축적에 대한 영향을 조사하기 위해, Oil-red O 염색을 진행하였다. 세포 분화가 진행되는 동안, 2일에 한 번씩 배지를 교환하였으며 몽골산 약용식물 수종을 각각 농도별로 (0.05, 0.1 및 0.2 mg/ml) 함께 처리하였다. 분화 8일 후, 세포 배양액을 제거하고 DPBS로 3회 세척 하였으며 pH 7.2 cacodylate buffer (5% sucrose, 100 mM cacodylate, 2.5% glutaraldehyde (Sigma, st. Louis, MO, USA), 2% formaldehyde (Junsei, Tokyo, Japan), 0.025% CaCl<sub>2</sub> (Duksan, Ansan, Korea) in DW)로 2시간 동안 4℃에서 고정하였다. 고정이 완료된 세포는 증류수로 세척 하였으며, Oil-red O 염색 시약 (Sigma, st. Louis, MO, USA)으로 염색한 뒤 건조하였다. 염색된 3T3-L1 세포의 지방함량을 측정하기 위해 100% isopropyl alcohol (Junsei, Tokyo, Japan)로 지방을 추출하여 ELISA plate reader를 이용하여 흡광도 520 nm에서 측정하였다.

## 5) 통계 분석

실험결과는 SPSS 27 (SPSS Inc., USA)를 사용하여 다중

비교검증을 이용하여 분석하였으며 각 군의 평균의 통계적 유의성은 p<0.05 이상의 수준에서 least-significant differences (LSD) test를 사용하여 검증하였다. 결과는 평균 ± 표준편차로 표기하였다.

# Ⅲ. 결 과

## 1. Pancreatic lipase 활성 억제에 미치는 영향

몽골산 약용식물의 pancreatic lipase 활성 억제 효능을 평가하기 위해 몽골산 약용식물 수종과 pancreatic lipase를 반응시킨 뒤, 공식을 이용하여 억제율(%)을 계산하였다. 실험 결과, 몽골산 약용식물 수종 1 mg/ml에서 pancreatic lipase 활성 억제율을 Table 2와 같이 나타냈다. 총 40종의 약용식물의 IC<sub>50</sub> 값은 1 mg/ml 이상으로 나타났으며, 그 중 RURS, PAL 및 FO는 각각 46.8%, 46% 및 49.2%로 유의하지는 않았으나 pancreatic lipase 억제효과가 가장 우수하였다.

Table 2. Inhibitory effects of some Mongolian medicinal plants on pancreatic lipase

	Mongolian medicinal plants	Pancreatic lipase inhibition (%)
1	RD	12.9
2	RUFL	5.1
3	RURA	38.9
4	RURS	46.8
5	IBFLS	20.2
6	IBR	23.5
7	ABP	26.2
8	AB	14.3
9	TT	6.3
10	SM	14.9
11	PA	15.6
12	ACJ	11.7
13	PPL	26.8
14	ELTFL	18.8
15	CC	20.1
16	VI	20.1
17	AA	11.7
18	LBT	9.3
19	VA	32.8
20	PAL	46
21	ED	26.4
22	UC	16.6
23	GMP	5.1
24	DG	25.9

	Mongolian medicinal plants	Pancreatic lipase inhibition (%)
25	CA	31.2
26	CSP	8.9
27	AFW	14.2
28	PS	21.4
29	ELTR	17.8
30	SAP	14
31	JS	8.9
32	FO	49.2
33	BP	22
34	IT	12.3
35	BS	8.6
36	LP	4.6
37	SC	23.6
38	AMR	32.3
39	CM	23
40	MN	19.7

## 2. Cell proliferation에 미치는 영향

몽골산 약용식물 추출물을 각 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1 mg/ml 농도로 3T3-L1 지방 전구 세포에 처리하여 세포 증식율을 확인하였다. 그 결과, Table 3과 같이 나타났다. 시료를 처리하지 않은 대조군과 비교하여 대부분의 몽골산 약용식물에서 유의적으로 성장억제를 보이지 않는 농도를 선택하여, 0.05, 0.1 및 0.2 mg/ml 농도에서 각 추출물이 지질 축적에 미치는 영향을 조사하였다.

Table 3. Effects of some Mongolian medicinal plants on cell proliferation in 3T3-L1.

	Mongolian medicinal plants	Concentration (mg/ml)					
		0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1
1	RD	110.91±0.29 <sup>***</sup>	115.23±0.17 <sup>***</sup>	109.65±2.73 <sup>***</sup>	109.48±1.27 <sup>***</sup>	104.26±0.88 <sup>*</sup>	102.36±1.27
2	RUFL	102.54±0.09	113.02±1.4 <sup>***</sup>	106.11±2.88 <sup>*</sup>	113.7±0.85 <sup>***</sup>	105.98±3.83 <sup>*</sup>	115.52±1.22 <sup>***</sup>
3	RURA	102.77±0.56	108.39±0.49 <sup>**</sup>	102.32±1.33	104.01±0.99	96.64±1.33	93.31±2.28 <sup>*</sup>
4	RURS	108.06±1.08 <sup>***</sup>	115.06±1.51 <sup>***</sup>	114.99±1.19 <sup>***</sup>	111.71±1.25 <sup>***</sup>	114.77±1.71 <sup>***</sup>	106.00±0.11 <sup>**</sup>
5	IBFLS	101.24±1.57	104.99±1.14 <sup>*</sup>	98.99±0.75	93.23±0.63 <sup>**</sup>	87.97±3.34 <sup>***</sup>	82.81±1.61 <sup>***</sup>
6	IBR	102.58±3.37	96.91±1.44	89.69±0.33 <sup>***</sup>	82.62±1.03 <sup>***</sup>	82.15±1.12 <sup>***</sup>	85.75±0.91 <sup>***</sup>
7	ABP	102.93±1.16	111.46±0.2 <sup>***</sup>	106.05±1.55 <sup>*</sup>	103.7±3.24	97.39±2.94	96.05±1.64
8	AB	93.53±0.66 <sup>*</sup>	97.15±0.98	99.99±1.65	108.13±1.3 <sup>**</sup>	99.57±0.5	96.36±1.07
9	TT	87.28±1.32 <sup>***</sup>	90.83±2.11 <sup>**</sup>	97.23±2.25	88.1±1.18 <sup>***</sup>	80.31±0.52 <sup>***</sup>	93.92±1.7 <sup>*</sup>
10	SM	108.72±2.75 <sup>***</sup>	105.15±1.04 <sup>*</sup>	104.95±1.36	97.4±3.12	36.78±1.2 <sup>***</sup>	23.84±0.52 <sup>***</sup>
11	PA	98.86±1.28	93.56±1.49	91.15±4.4 <sup>*</sup>	88.05±1.78 <sup>**</sup>	83.91±0.65 <sup>**</sup>	83.48±1.06 <sup>***</sup>
12	ACJ	97.06±0.16	97.19±1.96	98.84±2.04	104.43±2.34	92.33±2.29 <sup>*</sup>	90.33±2.54 <sup>**</sup>
13	PPL	98.48±0.36	108.03±2.49 <sup>**</sup>	110.07±2.73 <sup>**</sup>	106.61±1.23 <sup>*</sup>	116.25±1.23 <sup>***</sup>	115.26±0.83 <sup>***</sup>
14	ELTFL	101.27±6.85	126.98±0.99 <sup>***</sup>	114.94±0.67 <sup>***</sup>	114.83±2.03 <sup>***</sup>	109.38±2.14 <sup>**</sup>	91.06±1.93 <sup>**</sup>
15	CC	108.58±0.6 <sup>**</sup>	114.1±0.72 <sup>***</sup>	116.28±2.04 <sup>***</sup>	108.8±2.54 <sup>**</sup>	110.35±2.03 <sup>***</sup>	105.09±0.69 <sup>*</sup>
16	VI	104.81±0.32	96.17±3.36	106.37±0.56	118.37±0.65 <sup>***</sup>	96.14±2.83	102.67±2.46
17	AA	103.04±3.34	106.83±2.05 <sup>*</sup>	110.01±2.92 <sup>**</sup>	97.38±1.62	92.22±0.31 <sup>*</sup>	92.3±0.61 <sup>*</sup>
18	LBT	101.6±3.59	101.78±1.29	100.64±2.43	109.58±1.6 <sup>*</sup>	116.08±1.88 <sup>***</sup>	121.37±2.61 <sup>***</sup>
19	VA	99.39±2.56	108.86±1.14 <sup>*</sup>	103.26±1.21	102.37±0.05	110.14±0.33 <sup>**</sup>	117.79±0.07 <sup>***</sup>

	Mongolian medicinal plants	Concentration (mg/ml)					
		0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1
20	PAL	92.33±0.95*	94.05±2.28	100.69±2.95	101.66±0.21	98.64±1.86	92.9±2.71*
21	ED	101.36±0.93	108.92±1.13*	106.79±0.79	103.6±1.2	102.96±3.7	105.53±0.88
22	UC	142.00±3.1***	151.33±4.43***	150.63±2.21***	156.31±1.97***	164.16±0.68***	177.65±6.28***
23	GMP	134.42±2.5***	141.77±1.65***	139.97±2.81***	139.12±2.35***	137.85±1.97***	137.85±1.93***
24	DG	96.01±2.81	100.75±1.12	106.01±1.98	108.92±0.23*	113.83±2.41**	111.57±0.35*
25	CA	106.9±2.53	104.67±1.86	104.54±3.48	107.36±1.75	73.55±3.6***	41.86±3.93***
26	CSP	85.14±0.43***	96.04±0.97	96.04±2.3	105.19±0.14*	90.92±1.88***	90.01±0.59***
27	AFW	101.86±3.6	106.03±0.51**	106.97±0.87**	93.51±1.5**	61.23±1.24***	26.73±1.28***
28	PS	91.61±0.6***	94.79±2.0**	68.74±0.67***	66.3±1.0***	59.21±0.17***	61.43±0.21***
29	ELTR	91.25±1.29***	92.84±0.96**	86.53±2.85***	94.64±0.09*	95.93±0.23*	99.4±0.73
30	SAP	99.84±1.11	103.9±0.51	99.91±0.62	98.86±0.48	104.75±1.08*	101.5±1.22
31	JS	92.33±1.91	104.51±1.3	106.08±3.74	102.71±0.43	98.46±0.02	99.06±3.04
32	FO	118.02±1.66**	114.44±0.91**	115.42±2.14**	106.5±2.7	107.48±0.02	110.97±1.71*
33	BP	134.42±0.98***	136.13±1.4***	108.59±10.68	93.84±0.84	103.99±1.12	89.01±5.1*
34	IT	139.39±5.97***	137.82±3.45***	131.6±3.08***	128.94±2.06***	127.77±2.63***	125.87±0.6***
35	BS	136.25±0.94***	151.22±1.36***	144.92±1.98***	140.91±1.8***	135.71±0.02***	133.3±1.71***
36	LP	146.93±2.64***	148.54±3.27***	130.25±3.36***	123.7±4.02***	66.5±6.47**	41.55±4.61***
37	SC	131.17±2.63***	135.19±0.61***	143.45±8.39***	138.75±4.23***	137.07±1.37***	136.19±1.83***
38	AMR	149.07±4.35***	150.88±0.36***	127.7±3.4***	136.29±0.76***	128.65±4.58***	131.44±1.73***
39	CM	143.01±0.42***	134.53±5.44***	133.47±9.29***	122.6±1.65***	103.96±4.16	121.56±1.56**
40	MN	103.87±1.78	113.05±2.32**	109.93±4.04**	107.76±2.29	104.44±1.38	104.36±1.98

The results values are means±S.E (% of control). Significant difference between Control VS Mongolian medicinal plants are indicated ; \*p<0.05, \*\*p<0.01 and \*\*\*p<0.001 (n=3).

### 3. 지방축적에 미치는 영향

몽골산 약용식물이 3T3-L1 세포의 지질 축적에 미치는 영향을 알아보기 위해 몽골산 약용식물 수종을 각각 0.05, 0.1 및 0.2 mg/ml 농도로 처리한 후 세포 내 지방을 Oil red O 염색을 통하여 확인하였다. 그 결과는 Table 4와 같으며, 모든 농도 기준에서 종합적으로 지질 축적 억제에 효과가 높은 상위 7종은 TT (67.73±0.43, 50.27±2.8 및 40.32±1.56%), PA (61.16

±1.07, 43.77±0.55 및 22.97±1.8%), LBT (63.35±1.72, 60.38±0.19 및 53.93±0.83%), PAL (31.00±3.48, 23.82±1.29 및 15.01±1.00%), CA (59.86±2.6, 12.86±0.7 및 11.51±0.42%), JS (25.78±1.18, 26.84±1.1 및 33.06±0.6%) 및 FO (72.85±2.08, 40.76±4.84 및 21.66±0.34%)로 나타났다.

Table 4. Effects of some Mongolian medicinal plants on lipid contents in 3T3-L1 cells.

	Mongolian medicinal plants	Concentration (mg/ml)		
		0.05	0.1	0.2
1	RD	155.3±1.28***	194.68±1.7***	133.04±3.63***
2	RUFL	92.69±2.92	87.41±5.04*	86.93±3.89*
3	RURA	90.89±3.31	72.52±4.22***	28.62±2.29***
4	RURS	96.86±0.37	57.46±2.13***	9.56±0.17***
5	IBFLS	82.77±4.23**	70.29±2.75***	60.73±3.62***

	Mongolian medicinal plants	Concentration (mg/ml)		
		0.05	0.1	0.2
6	IBR	83.72±1.13**	78.33±5.65***	68.19±3.32***
7	ABP	76.8±3.51***	65.4±7.35***	58.97±5.33***
8	AB	85.26±4.28**	80.27±2.49**	68.11±5.93***
9	TT	67.73±0.43***	50.27±2.8***	40.32±1.56***
10	SM	95.00±0.8	92.31±3.64	31.15±0.75***
11	PA	61.16±1.07***	43.77±0.55***	22.97±1.8***
12	ACJ	65.27±3.57***	85.45±0.88*	66.93±4.01***
13	PPL	95.01±1.58	75.87±6.64***	68.89±0.8***
14	ELTFL	103.57±4.23	65.43±3.8***	65.21±0.96***
15	CC	101.42±1.35	95.71±2.85	98.41±1.81
16	VI	99.49±2.74	77.07±6.13***	67.5±0.85***
17	AA	124.3±2.88**	114.42±5.25**	113.28±0.16*
18	LBT	63.35±1.72***	60.38±0.19***	53.93±0.83***
19	VA	101.44±0.54	82.76±0.77***	77.06±3.07***
20	PAL	31.00±3.48***	23.85±1.29***	15.01±1.00***
21	ED	79.19±2.37***	104.42±1.42	118.21±4.19***
22	UC	53.89±1.45***	64.42±1.05***	61.19±5.36***
23	GMP	54.48±2.07***	62.34±0.19***	74.26±0.63***
24	DG	79.62±3.28***	83.96±2.96***	68.17±2.76***
25	CA	59.86±2.6***	12.86±0.7***	11.51±0.42***
26	CSP	78.87±3.0***	76.03±2.76***	74.88±5.89***
27	AFW	82.76±0.36***	90.26±1.93**	62.7±0.77***
28	PS	85.68±2.24***	85.21±0.77***	57.48±2.29***
29	ELTR	109.32±0.34*	118.45±6.86***	139.2±2.5***
30	SAP	106.31±1.97	126.98±2.27***	115.67±0.33***
31	JS	25.78±1.18***	26.84±1.1***	33.06±0.6***
32	FO	72.85±2.08***	40.76±4.84***	21.66±0.34***
33	BP	93.66±1.91	74.06±3.75***	62.72±1.89***
34	IT	108.34±2.65*	57.18±0.16***	33.21±1.67***
35	BS	111.98±3.72**	114.41±0.53***	129.27±0.23***
36	LP	77.18±4.7***	71.27±5.01***	20.85±0.83***
37	SC	97.6±0.03	108.42±0.4*	113.59±0.18***
38	AMR	81.6±0.91***	80.38±1.16***	74.4±1.57***
39	CM	75.05±4.47***	73.6±1.82***	70.42±1.31***
40	MN	198.08±3.66***	129.21±2.81***	115.09±0.98***

The results values are means±S,E (% of control). Significant difference between Control VS Mongolian medicinal plants are indicated ; \*p<0.05, \*\*p<0.01 and \*\*\*p<0.001 (n=3).

## IV. 고 찰

비만은 비정상적인 체내 에너지대사 조절에 의한 지방 과다 축적 현상으로 여러 대사성 질환의 주요 병인으로 주목받고 있으며, 이뿐만 아니라 외관상의 문제를 일으켜 심리적 질환을 일으키기도 한다<sup>6)</sup>. 또한, 비만으로 의료비를 포함한 사회 경제적 손실 규모가 2015년 기준 9조 2000억원에 달하였으며, 2030년도에는 두 배 늘어날 것으로 전망하는 추세이다<sup>7)</sup>. 생활습관 개선의 어려움으로 인해 약물치료법이 제시되었으나, 약물에 대한 부작용이 보고되고 있다. 이를 극복하기 위하여 최근 다양한 천연물로부터 비만에 적용 가능한 식품 혹은 약물 소재를 찾고자 하는 연구들이 활발히 진행되고 있다<sup>8)</sup>. 이에 최근 연구는 뽕잎, 와송, 흑삼, 아로니아 및 구절초 등과 같은 천연소재들의 효능에 관한 연구가 진행되어 있다<sup>9-13)</sup>. 따라서 본 연구에서는 항비만 효과를 가진 천연소재 탐색하고 최종 발굴된 고기능성 약용식물의 자생지 생태와 생리적 특성 비교 및 분석과 번식체계 확립 연구를 위해 진행되었다.

지방의 물질대사에 관여하는 효소로 알려져 있는 pancreatic lipase는 지방의 소화를 진행시키고 장내 상피세포가 분해산물을 흡수하도록 도와 lipase 효소의 활성을 저해할 경우 혈중의 지방 흡수를 저하시킬 수 있어 lipase가 부족하면 중성 지방은 흡수되지 않고 대변으로 배출된다<sup>14)</sup>. Shin 등<sup>15)</sup>에 의하면, IC<sub>50</sub> 값이 1 mg/ml 이하일 때, 우수한 지방 흡수 억제 효과를 발휘할 수 있을 것이라 시사하였다. 이에 몽골산 약용식물에 대하여 pancreatic lipase 활성을 측정할 결과, IC<sub>50</sub> 값이 1 mg/ml 농도 이하로 유의한 몽골산 약용식물은 없었으나, FO, RURS 및 PAL 순으로 각 49.2, 46.8 및 46%의 높은 저해 활성을 나타내었다. 이는, 지모를 소재로 하여 pancreatic lipase를 비교한 연구를 근거로 단일물질로 정제할 경우 더욱 효과적인 화합물의 존재 가능성을 시사하는 바이다<sup>16)</sup>. 마우스의 섬유아 세포에서 유래된 3T3-L1 지방전구세포는 지방세포로 분화하는 특징을 가지고 있어 지방세포의 성질을 연구하는데 흔히 사용되며, 3T3-L1 지방전구세포는 *in vitro*에서 일어나는 지방분화 과정과 유사한 형태를 나타낸다<sup>17)</sup>. 따라서, 3T3-L1 지방전구세포를 통해 몽골산 약용식물을 농도별로 처리하여 세포 증식율을 측정할 결과 RD, RUFL, RURS, CC, LBT, ED, UC, GMP, IT, BS, SC, AMR 및 CM은 세포 증식율이 모든 농도에서 100% 이상을 나타냈으며, 특히 UC, GMP, IT, BS, SC, AMR 및 CM은 125% 이상의 세포 증식율을 나타냈다. 또한, SM, PA 및 IT는 농도의존적으로 세포 증식율을 억제하는 경향을 나타냈으나, LBT, UC 및 DG는 농도 의존적으로 세포 증식을 상승시키는 경향을 나타냈다. TT, CSP, PS 및 ELTR는 저농도군에서 대조군과 비교하여 유의적으로 증식을 억제하는 경향을 나타냈으나, seo 및 lee 등의 연구 결과에 따라 세포 생존율이 80% 이상일 경우 무독성 안전 농도로 간주하였다<sup>18-19)</sup>. 이 결과를 바탕으로 독성이 없는 안전한 범위 내에서 Oil red O staining을 통해 지방분화 및 생성 억제 효과를 관찰하였다. 그 결과 TT, PA, LBT, PAL, CA, JS 및 FO로 위 7종이 가장 낮은 농도인 0.05 mg/ml에서도 대조군에 비해 80%이하로 지방생성과 분화를 유의하게 억제하는 효과를 나타냈다. 이 결과들을 종합하여 Pancreatic lipase 저해 활성 및 3T3-L1 지방전구세포에서 유의한 지질 축적 저해 활성을

나타내는 상위종을 선별한 결과, RURA, RURS, TT, PA, PAL, CA 및 FO로 나타났다. RURA 및 RURS는 대황 (*Rheum undulatum*)의 약어로 마디풀과에 속하는 다년생 초본식물로 원줄기는 1 m 정도까지 자라며 굵은 황색뿌리가 있으며 수종, 토혈, 혈뇨, 해열 및 변지 등을 치료하는데 사용된다고 알려져 있다<sup>20)</sup>. TT는 남가새 (*Tribulus terrestris*)의 약어로 남가새과의 한해살이풀로 5각 별모양의 열매가 열리며 실리자, 백석리 및 질려자로 불린다. 질려자는 성질이 따뜻하고 맛이 쓰고 매우며 한의학에서는 혈압강하, 강장 작용, 항노화 및 심혈관계 작용 등의 효과가 알려져 있다<sup>21)</sup>. PA는 켈마 (*Potentilla anserina*)의 약어로 장미과의 저지대 초본식물로서 야쿠트 의학에서는 설사, 신장 및 간 질환에 사용하며, 중의학에서는 토혈, 몽골 의학에서는 장염, 소화불량, 수렴제 및 살균 치료제 등의 효과로 사용되어져 왔다<sup>22)</sup>. PAL는 작약 (*Paeonia anomala* L.)의 약어로 미나리아재비과에 속하는 다년생 숙근 초본으로 국내종으로는 식물 분류학상 적작약, 백작약 및 산작약으로 분류되며 3종 8변종이 있다고 보고되고 있다<sup>23)</sup>. 한의학에서는 주로 빈혈, 부인병, 진통, 염증치료 및 해열제로 사용된다고 알려져 있으며 몽골 전통 의학은 하복부 통증, 부인과 질환, 신장질환 및 방광염증 치료 등 유사한 질병에 사용된다<sup>24,25)</sup>. CA는 분홍바늘꽃 (*Chamaeneron angustifolium*)의 약어이며, 바늘꽃과에 속하는 여러해살이풀로 항염증, 항산화, 진통, 항균 및 항암효능이 있다고 알려져있으며 전통 의학에 따르면 위장 장애, 피부질환 치료 및 전립선 질환 및 전립선염과 관련된 양성 전립선 비대증에 사용된다고 알려져 있다<sup>26)</sup>. 마지막으로, FO는 야생딸기의 2배체 종 (*Fragaria orientalis*)의 약어로 장미과에 속하며 한국, 몽골, 중국 및 동부 러시아에 널리 분포하는 다년생 초본이다<sup>27,28)</sup>. FO는 생태적 특성 및 종에 대한 연구가 진행되고 있으나 약리학적 효과에 대한 연구는 미흡한 현실이다. 이러한 결과를 통하여 몽골산 약용식물의 항비만 효능을 탐색하였으나, 추가적인 효능 검증과 작용 기전 파악 등을 통하면 약용식물들이 비만 예방 및 치료를 위한 기능성 소재로 더욱 활용될 수 있을 것으로 기대하는 바이다. 또한, 천연소재의 경우 순수한 물질로 분리·정제하였을 경우 활성이 더 높아지는 결과를 나타낼 수 있어 동물실험 및 지질 대사 관련 단백질 등에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료되는 바이다. RURA, RURS 및 TT는 항당뇨, 고지혈증 및 항비만 등에 대한 연구가 진행되어 있으며<sup>29-34)</sup>, 이 외 PA, PAL, CA 및 FO는 항비만 관련 연구가 전무하다. 그러나, 앞선 연구는 본 연구와 시료의 자생지가 달라 최종 발굴된 고기능성 약용식물의 자생지 생태와 생리적 특성을 통해 국내의 약용식물과의 생리활성 비교 및 분석과 번식체계 확립 연구가 진행될 수 있을 것이라 기대되는 바이다.

## V. 결 론

본 연구에서는 몽골산 약용식물의 항비만 활성에 대한 효과를 스크리닝 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 몽골산 약용식물의 pancreatic lipase 저해 활성을 측정 한 결과, 유의하지 않았지만 RURS, PAL 및 FO가 가장 우수한 효과를 나타냈다.
2. Oil red O 염색을 통한 몽골산 약용식물이 지질 축적 억제 효과를 확인한 결과, TT, PA, LBT, PAL, CA 및 FO가 가장 우수하였다.
3. 이 결과들을 종합하여 유의한 항비만 효과를 나타내는 상위 종을 선별한 결과, RURA, RURS, TT, PA, PAL, CA 및 FO로 나타났다.

위 결과를 토대로 몽골산 약용식물의 지방대사 관련 억제 가능성을 시사할 수 있었으며, 유의한 효과를 나타내는 상위 종은 부작용이 적고 안정성 있는 비만 예방 및 치료 효과가 있는 기능성 소재로 활용될 수 있도록 추가 보완 실험이 필요할 것으로 예상된다.

## 감사의 글

이 논문은 농촌진흥청 (No. PJ015272032022)과 한국연구재단 (No. 2021R1A2C201471711)의 지원을 받아 수행된 연구입니다 (No. PJ015272032022).

## References

1. Kim YJ, Choi JM, Kim YH. Anti-obesity activity of guava branch extract in the co-culture system of adipocytes and macrophages. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 2022 ; 51(2) :107-14. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2022.51.2.107>
2. Kang SB, Shon WS, Kim YJ, Woo CH. Anti-obesity effects of *Imyo-san* on high fat diet induced mice. *J. Korean Med. Rehabil.* 2022 ; 32(2) : 19-36. <https://doi.org/10.18325/jkmr.2022.32.2.19>
3. Han HS, Chung KS, Shin YK, Lee SH, Lee KT. Standardized *Hydrangea serrata* (Thunb.) Ser. extract ameliorates obesity in *db/db* mice. *Nutrients*. 2021 ; 13 : 3624. <https://doi.org/10.3390/nu13103624>
4. Song H, Seo JH. Anti-obesity effects of red onions extract. *J. Converg. Inf. Technol.* 2022 ; 12(3) : 126-31. <https://doi.org/10.22156/CS4SMB.2022.12.03.126>
5. Kim MK, Kim CS. Recent advances in anti-obesity agents. *Korean J. Med.* 2018 ; 96(6). <http://doi.org/10.3904/kjm.2018.93.6.501>
6. Jeon SY, Park, JY, Shin IS, Kim SO, An HD, Kim MR. Ethanol extract of *plantago asiatica L.* controls intracellular fat accumulation and lipid metabolism in 3T3-L1 adipocyte. *Kor. J. Herbol.* 2014 ; 29(4) : 77-82. <http://dx.doi.org/10.6116/kjh.2014.29.4.77>.
7. Jung SM, Seol YH, Chun KY, Park MH, Liu Y, Kang SY, Park YK, Jung HW. Antiobesity and antidiabetic effects of polyherbal extract with *Atractylodis Rhizoma*, *Anemarrhenae Rhizoma*, *Cinnamomi Cortex* and *Moutan Radicles Cortex* in high fat diet-induced obesity mice. *J. Korean Med. Obes. Res.* 2020 ; 20(2) : 69-77. <https://doi.org/10.15429/jkomor.2020.20.2.69>
8. Song MY, Bose SHN, Kim HJ. Anti-obesity effects of fermented samjung-hwan in high-fat diet rats. *J. Korean Med. Obes. Res.* 2013 ; 13(1) : 17-23.
9. Kim EJ, Kim GY, Kim YM, Choi KH, Jang SJ. Anti-obesity effects of *Mulberry Leaves* extract on obese rats high-fat diet. *Korean J Oriental Physiology & Pathology.* 2009 ; 23(4) : 831-6.
10. Lee KS, Lee HS. Anti-obesity effects of the water extract from *orostachys japonicus* in high-fat diet fed mice. *Microbiol. Biotechnol. Lett.* 2017 ; 45(4) :284-90. <http://dx.doi.org/10.4014/mbl.1707.07001>
11. Park HJ, Kim AJ, Cheon YP, Lee MS. Anti-obesity effects of water and ethanol extracts of black ginseng. *J Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 2015 ; 44(3) : 314-23. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2015.44.3.314>
12. Kim NY, Lee JM, Lee JY, Lee HY. Enhancement of anti-obesity activities of *Aronia melanocarpa* extracts from low temperature ultrasonication process. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 2016 ; 24(4) : 309-16. <http://dx.doi.org/10.7783/KJMCS.2016.24.4.309>
13. Park JA, Jin KS, Kwon HJ, Kim BW. Antiobesity activity of *Chrysanthemum zawadskii* methanol extract. *J. Life Sci.* 2015 ; 25(3) : 299-306. <http://dx.doi.org/10.5352/JLS.2015.25.3.299>
14. Kim HY, Lim SH, Park YH, Ham HJ, Lee KJ, Park DS, Kim KH, Kim SM. Screening of  $\alpha$ -amylase,  $\alpha$ -glucosidase and lipase inhibitory activity with gangwon-do wild plants extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 2011 ; 40(2) : 308-15. <http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2011.40.2.308>
15. Shin MR, An HJ, Lee YC, Seo BI, Roh SS. Comparative evaluation of Korean medicine well-matched with chicken through an inhibition of pancreatic lipase. *Kor. J. Herbol.* 2017 ; 32(2) : 9-15. <http://dx.doi.org/10.6116/kjh.2017.32.4.9>.
16. Kwon OJ, Lee HY, Kim TH, Kim SG. Antioxidant and pancreatic lipase inhibitory activities of *Anemarrhena asphodeloides*. *Korean J. Food preserv.* 2014 ; 21(3) : 421-6. <http://dx.doi.org/10.11002/kjfp>.

- 20 14 .21.3.421
17. Kang IS, Hwang KY, Choi AY, Roh KH, Choi JH, Sim YM, Park YK, Oh MS. Anti-obesity effects of herbal extract YY312 in C57/BL6 mice fed a high-fat diet and 3T3-L1 cells. *Kor. J. Herbol.* 2013 ; 28(1) : 23-31. <http://dx.doi.org/10.6116/kjh.2013.28.1.23>
  18. Seo JE, Lee HU, Bae CH, Yoon DH, Kim HY, Kim ST. Comparative study of 12 herbal formulae covered by the national health insurance service in Korea. *Korean J. Acupuncture.* 2022 ; 39(2) : 34-42. <https://doi.org/10.14406/acu.2022.006>
  19. Lee MK, Choi GP, Ryu LH, Lee GY, Yu CY, Lee HY. Enhanced immune activity and cytotoxicity of *Artemisia capillaris* Thunb. extracts against human cell lines. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 2004 ; 12 (1) : 36-42.
  20. Oh SJ, Beak NI, Kim HY. Piceatannol, antioxidant compound isolated from the root of *Rheum undulatum* L. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 2001 ; 44(3) : 208-10.
  21. Kim MJ, Jung TK, Park HC, Yoon KS. Skin volume augmentation and anti-wrinkle effects of *Tribulus terrestris* Fruit extract. *Korean Soc. Biotechnol. Bioroc. E. J.* 2016 ; 31(3) : 1-8. <http://dx.doi.org/10.7841/ksbbj.2016.31.3.1>
  22. Olennikov DN, Kashchenko NI, Chirikova NK, Kuz'mina SS. Phenolic profile of *Potentilla anserina* L. (Rosaceae) Herb of Siberian origin and development of a rapid method for simultaneous determination of major phenolics in *P. anserina* Pharmaceutical products by microcolumn RP-HPLC-UV. *Molecules.* 2015 ; 20 : 224-48. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules20010224>
  23. Kim SJ, Park JH, Kim KU. Change of medicinal components by different species, plant parts and growth stage of *paeonia* spp. *Korean J. Crop Sci.* 2006 ; 51(3) : 215-9.
  24. Oh SY, Lee JS, Seo SH, Kim TS, Ma JY. *Paeonia lactiflora* Pall prevents H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced hepatotoxicity by increasing HSP72 and HO-1. *Korean J Oriental Physiology & Pathology.* 2011 ; 25(5) : 843-8.
  25. Oidovsambuu SRG, Yun JH, Kang KS, Dulamjav BSR, Tunsag JJSR, Nam EJ, Nho CW. A fruit extract of *paeonia anomala* attenuates chronic alcohol-induced liver damage in rats. *Nat. Prod. Sci.* 2016 ; 22(4) : 231-7. <https://doi.org/10.20307/nps.2016.22.4.231>
  26. Halyna F, Svitlana M, Liliia B, Liudmyla S, Roxolana B. Study of antibacterial and antifungal properties of the lyophilized extract of fireweed (*Chamaenrion angustifolium* L.) herb. *Pharmacology On Line.* 2021 ; 2 : 1464-72.
  27. Zhang YC, Zhang QY, Sammul MR. Physiological integration ameliorates negative effects of drought stress in the clonal herb *Fragaria orientalis*. *PLoS ONE.* 2012 ; 7(9). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0044221.t001>
  28. Han Y, Wu HB, Liu Y. The complete chloroplast genome sequence of *Fragaria orientalis* (Rosales: Rosaceae). *Mitochondrial DNA part B : Resources.* 2018 ; 3(1) : 127-8. <https://doi.org/10.1080/23802359.2018.1424578>
  29. Choi SZ, Lee SO, Jang KU, Chung SH, Park SH, Kang HC, Yang EY, Cho HJ, Lee KR. Anti diabetic stilbene and anthraquinone derivatives from *Rheum undulatum*. *Archives of Pharmacal Research.* 2005 ; 28(9) : 1027-30.
  30. Jo SP, Kim JK, Lim YH. Antihyperlipidemic effects of rhapontin and rhapontigenin from *Rheum undulatum* in rats fed a high-cholesterol diet. *Planta Med.* 2014; 80(13): 1067-71. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1382999>
  31. Lee WJ, Yoon G, Hwang YR, Kim YK, Kim SN. Anti-obesity and hypolipidemic effects of *Rheum undulatum* in high-fat diet-fed C57BL/6 mice through protein tyrosine phosphatase 1B inhibition. *BMB Reports.* 2012 ; 45(3) : 141-6. <https://doi.org/10.5483/BMB Rep.2012.45.3.141>
  32. Samani NB, Jokar A, Soveid M, Heydari M, Mosavat SH. Efficacy of *Tribulus terrestris* extract on the serum glucose and lipids of women with diabetes mellitus. *Iran J. Med. Sci.* 2016 ; 41(3).
  33. Ercan P, El SN. Inhibitory effects of chickpea and *Tribulus terrestris* on lipase,  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase. *Food chem.* 2016 ; 205 : 163-9. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.012>
  34. Chu S, Qu W, Pang X, Sun B, Huang X. Effect of saponin from *Tribulus terrestris* on hyperlipidemia. *J. Chinese Med. Materials.* 2003 ; 26(5) : 341-4.