

모링가 지하부의 항혈전 활성

권정숙[†], 성화정[†], 손호용*
안동대학교 식품영양학과

Received: July 3, 2018 / Revised: August 7, 2018 / Accepted: August 21, 2018

Anti-thrombosis Activities of the Root Extract of *Moringa oleifera* Lam

Chong Suk Kwon[†], Hwa-Jung Sung[†], and Ho-Yong Sohn*

Department of Food and Nutrition, Andong National University, Andong 36729, Republic of Korea

Moringa oleifera Lam (MOL) has been used as a traditional medicine to treat various cancers and inflammation. Whereas the bioactivities of the MOL leaf and seed are well reported, the study of the root is still rudimentary. In this study, the ethanol extract of MOL (EEMOL) and its subsequent organic solvent fractions were prepared and their anticoagulation activity *in vitro* and platelet aggregation inhibitory activity were evaluated. The EEMOL had negligible anticoagulation and strong platelet aggregation activities. However, the hexane and ethyl acetate fractions of EEMOL showed significant inhibition against thrombin, prothrombin, coagulation factors, and platelet aggregation, without hemolytic activity up to 1.0 mg/ml. Our results suggest that the active fractions of MOL root have potential as new anti-thrombosis agents.

Keywords: Anti-coagulation, anti-platelet aggregation, *Moringa oleifera* Lam, root extract

모링가(*Moringa oleifera* Lam)는 모링가과(Moringaceae)에 속하는 소목으로, 4–8미터 높이의 관목과, 30–70 cm 길이의 낙엽성 잎, 30–40 cm에 이르는 열매를 가지며[1], 잎, 꽃, 봉우리, 열매 꼬투리 등의 지상부는 식품으로 이용되고 있다[2, 3]. 특히 동남아시아에서는 단백질 함량이 40%인 잎과, 비타민과 정유가 풍부한 씨와 꼬투리를 일상적으로 식용하며, 뿌리는 잘게 썰어 서양냉이처럼 조미료로 이용하고 있다[3, 4]. 모링가는 열대성으로 원산지는 인도로 알려져 있으나, 현재 전 세계 어디에서나 재배되고 있으며, 아시아, 아프리카 등에서 단백질 및 비타민 공급 역할을 하며[3], 씨의 경우 강력한 응집성 단백질을 포함하여 오염된 물의 정수에 사용되기도 한다[3]. 한편 모링가는 그 생긴 모양으로 인해 drumstick tree, horse radish tree 등으로 불리며[1], 알려진 성분으로는 flavonoid와 isothiocyanates, glucosinolates, thiocarbamates 등이 있고 다양한 약리효과와 함께 miracle tree (기적의 나무)라고도 불린다[5]. 실제 민간에서는 모링가 잎을 항산화,

항염증, 항암 활성, 고혈압 예방효과 및 탈모방지에, 종자들 간 독성보호, 항암활성 등에 사용하고 있다[3].

현재까지 모링가에 관한 학술적 연구는 주로 잎과 씨에 집중되어 있으며, 지하부의 성분 및 유용활성 연구는 아직 초보적인 수준에 있다. 모링가 잎 추출물의 항산화[6, 7], 항고혈압 활성[8], 항당뇨 활성[7], 암세포 성장억제활성[9]이 알려져 있으며, 항혈전 활성과 관련하여 모링가 잎 추출물의 thrombin 저해활성[8], 모링가 잎의 50% 에탄올 추출물 및 물 추출물의 혈소판 응집억제 활성[10]이 보고되어 있으며, 이러한 항혈전 활성 물질은 이열성 물질임이 보고되어 있다[10, 11]. 또한 모링가 씨의 경우 이노 축진[12], 항균 활성[13, 14], 발암억제[15], 간 섬유증 완화효과[16], 항염증 효과[17], 항부종 및 항경련 활성[12] 및 혈액응고 활성화에 의한 지혈작용[18]이 알려진 반면, 모링가 씨의 0.15 M NaCl 추출물의 경우 혈액응고인자와 prothrombin의 저해를 통해 혈액응고를 연장시킨다는 상반된 보고[19]가 알려져 있다. 그러나, 모링가 지하부 추출물의 생리활성에 대해서는, 신장섬유화 억제 효과[20], 유방암 세포주에서 PMA로 유도된 암세포 침투에 대한 억제효과[21], HaCaT 각질형성세포에서 TNF- α 에 의하여 유도되는 염증 발현에 대한 억제 효과[22] 등이 알려져 있을 뿐, 현재까지 모링가 지하부의 항혈전 활

*Corresponding author

Tel: +82-54-820-5491, Fax: +82-54-820-7804

E-mail: hysohn@anu.ac.kr

[†]These authors contributed equally to this work.

© 2019, The Korean Society for Microbiology and Biotechnology

성은 보고된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 모링가 지하부로부터 ethanol 추출물 및 이의 순차적 유기용매 분획물을 조제하고 이의 항혈전 활성을 평가하였다. 실험에 사용한 모링가 지하부는 2015년 라오스에서 3년 재배된 지하부이며, ethanol 추출물 제조를 위해 이물질을 제거하고 수세한 후, 시료에 10배의 95% ethanol (Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd., Korea)을 가한 후 상온에서 24시간, 3회 반복 추출하였으며, 추출액은 filter paper (Whatman No. 2)로 거른 후 감압 농축(Eyela Rotary evaporator N-1000, Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Japan)하여 분말로 조제하였다. 이후 ethanol 추출물을 hexane (H), ethylacetate (EA), butanol (B)로 순차적 용매분획한 후 최종적으로 물 잔류물을 회수하였으며, 상기와 동일하게 분획물의 분말을 조제하였다[23]. 모링가 지하부 추출물의 수율은 7.2%로 나타났으며, 이의 분획물의 분획 수율은 물 잔류물이 71.5%, B 분획물이 16.7%로 나타났으며, 이후 H 및 EA 분획물은 각각 4.8 및 2.6%를 나타내었다(Table 1). 따라서 모링가 지하부 100 g으로부터 EA 분획물은 약 0.19 g을 회수할 수 있었다. 각각의 시료의 총 폴리페놀(total polyphenol: TP) 함량 측정 결과, EA 분획에서 가장 높은 함량(37.8 mg/g)을 나타내었으며, B 분획, H 분획, 물 잔류물 순으로 높은 함량을 보였다. 그러나 총 플라보노이드(total flavonoid: TF) 함량의 경우 H 분획에서 가장 높은 9.4 mg/g을 보였으며, B 분획 및 물 잔류물은 가장 낮은 3.8 mg/g을 나타내었다. 특이하게 총당 함량의 경우 EA 분획에서 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 환원당 함량은 B 분획물에서 가장 높게 나타났다. 따라서 EA 및 B 분획물은 당이 결합된 페놀릭 화합물을 상당량 포함하고 있는 것으로 판단되었다(Table 1). 이때 TP 및 TF 함량은 기존 보고와 동일하게 분석하였으며, 각각 tannic acid 및 rutin을 표준시약으로 각각 사용하였다[24]. 총당 및 환원당 정량은 각각 phenol-sulfuric acid법 및 DNS 변법을 이용하였다[25].

한편 모링가 지하부 시료의 항혈전 활성은 혈액응고 저해 활성과 혈소판 응집저해 활성을 각각 측정하여 평가하였다. 혈액응고 저해활성은 기존과 동일한 방법으로 thrombin time (TT), prothrombin time (PT) 및 activated partial

thromboplastin time (aPTT)을 측정하였다[26, 27]. 먼저 fibrinogen을 fibrin polymer로 전환시키는 thrombin의 활성을 평가하는 TT는 37°C에서 0.5 U thrombin (Sigma Co., USA) 50 µl와 20 mM CaCl₂ 50 µl, 다양한 농도의 모링가 지하부 시료 10 µl를 Amelung coagulometer KC-1A (Amelung, Lemgo, Germany) 튜브에 혼합하여 2분간 반응시킨 후, 표준혈장(MD Pacific Technology Co., Ltd., Huayuan Industrial Area, China) 100 µl를 첨가한 후 혈장이 응고될 때까지의 시간을 측정하였다[15]. PT는 외인성 응고계(II, V, VII 및 X 인자)의 응고 활성을 종합적으로 측정하는 방법으로[28], 혈장 70 µl와 다양한 농도의 모링가 지하부 시료 10 µl를 coagulometer 튜브에 첨가하여 37°C에서 3분간 가온 후, 130 µl의 PT reagent (MD Pacific Technology Co., Ltd., Huayuan Industrial Area)를 첨가하고 혈장이 응고될 때까지의 시간을 측정하였다[26]. 한편 내인성 경로에 의한 혈액응고활성을 평가하는 aPTT 측정의 경우에는, 표준혈장 70 µl와 다양한 농도의 모링가 지하부 시료 10 µl를 coagulometer 튜브에 첨가하여 37°C에서 3분간 가온 후, 65 µl의 aPTT reagent (MD Pacific Technology Co., Ltd., Huayuan Industrial Area)를 첨가하고 다시 37°C에서 3분간 반응하였다. 이후 65 µl CaCl₂ (35 mM)을 첨가한 후 혈장이 응고될 때까지의 시간을 측정하였다[27]. TT, PT 및 aPTT 측정결과는 각각 3회 이상 반복한 모링가 지하부 시료 첨가구 실험의 응고시간 평균치를 용매 대조구인 DMSO의 응고시간 평균치의 비로 나타내었다[27]. 실험 결과는 SPSS 24.0 버전을 사용하여 mean ± SD, 각 군간의 차이는 ANOVA로 분석하였으며, Duncan 다중비교 검증법으로 통계적 유의성 검정을 조사하였으며, 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다. 먼저 대조구로 사용된 aspirin은 1.5 mg/ml 농도에서 TT, PT, aPTT를 무첨가구에 비해 각각 1.41, 1.42 및 1.37배 연장시켜 우수한 항응고 활성을 나타내었으며, 5 mg/ml 농도에서는 TT, PT, aPTT 모두를 15배 이상 연장시켜 강력한 항응고 활성을 나타냄을 확인하였다(Table 2). 반면, 모링가 지하부 에탄올 추출물에서는 TT가 무첨가구에 비해 1.42배 연장되어, 모링가 잎에서의 보고[29]와 동일하게 thrombin

Table 1. Yields of ethanol extract and its solvent fractions of the root of *Moringa oleifera* Lam and their component assay.

Extract/fraction	Yield (%)	Contents (mg/g)			
		Total polyphenol	Total flavonoid	Total sugar	Reducing sugar
Ethanol ex. ¹	7.2	21.0 ± 1.7 ^b	4.7 ± 0.2 ^a	489.0 ± 7.7 ^b	163.0 ± 9.5 ^b
Hexane fr. ²	4.8	23.7 ± 0.4 ^b	9.4 ± 1.7 ^c	84.7 ± 1.6 ^a	31.7 ± 2.6 ^a
Ethylacetate fr.	2.6	37.8 ± 3.6 ^d	7.5 ± 1.4 ^b	881.5 ± 13.5 ^e	19.7 ± 0.2 ^a
Butanol fr.	16.7	28.9 ± 0.4 ^c	3.8 ± 0.1 ^a	538.7 ± 8.4 ^c	300.3 ± 19.7 ^c
Water residue	71.5	14.8 ± 1.2 ^a	3.8 ± 0.0 ^a	575.6 ± 0.5 ^d	172.3 ± 6.6 ^b

¹ex: extract, ²fr: fraction

Table 2. Anti-coagulation activities of the ethanol extract and its solvent fractions of the root of *Moringa oleifera* Lam.

Samples/ Chemicals	Conc. (mg/ml)	Anti-coagulation activity ¹		
		TT	PT	aPTT
DMSO	-	1.00 ± 0.03 ^a	1.00 ± 0.01 ^a	1.00 ± 0.02 ^a
Aspirin	5.0	>15.0 ^e	>15.0 ^g	>15.0 ^f
	1.5	1.41 ± 0.03 ^b	1.42 ± 0.01 ^c	1.37 ± 0.01 ^{bc}
Ethanol ex. ²	5.0	1.42 ± 0.15 ^b	1.16 ± 0.05 ^b	0.92 ± 0.27 ^a
Hexane fr. ³	7.0	1.88 ± 0.06 ^d	2.46 ± 0.12 ^f	>15 ^f
	6.0	1.68 ± 0.01 ^c	2.25 ± 0.05 ^e	>15 ^f
	5.0	1.57 ± 0.14 ^{bc}	1.79 ± 0.09 ^d	>15 ^f
Ethylacetate fr.	7.0	1.60 ± 0.14 ^c	2.17 ± 0.03 ^e	2.14 ± 0.08 ^e
	6.0	1.27 ± 0.00 ^{ab}	1.74 ± 0.06 ^d	1.81 ± 0.03 ^d
	5.0	1.11 ± 0.18 ^a	1.46 ± 0.03 ^c	1.50 ± 0.02 ^c
Butanol fr.	5.0	1.22 ± 0.00 ^{ab}	1.09 ± 0.08 ^{ab}	1.23 ± 0.06 ^b
Water residue	5.0	1.16 ± 0.02 ^a	0.95 ± 0.05 ^a	0.99 ± 0.08 ^a

¹Anti-coagulation activity is calculated on the clotting time of sample divided by the clotting time of solvent control in blood coagulation assay. The thrombin time (TT), prothrombin time (PT) and activated partial thromboplastin time (aPTT) of solvent control (dimethylsulfoxide) were 35.4 sec, 18.7 sec and 92.5 sec, respectively. Data are means ± SD of triplicate determinations. ²ex: extract, ³fr: fraction

저해활성이 나타났다. 또한 prothrombin 저해도 유의적으로 나타났으나 무첨가구에 비해 PT는 1.16배 연장되었다. 반면 혈액 응고인자 저해는 인정되지 않았다. 한편 각각의 분획물에서는 서로 다른 응고저해 활성을 나타낸 바, H 분획물에서는 농도 의존적인 강력한 thrombin, prothrombin 및 혈액응고인자 저해를 나타내었으며, 특히 aPTT는 5 mg/ml 농도에서 15배 이상 연장되어 아스피린과 유사한 응고인자 저해 활성을 나타내었다(Table 2). EA 분획물 역시, 농도 의존적인 thrombin, prothrombin 및 혈액응고인자 저해가 확인되었으며, 기존에 보고된 모링가 잎의 TT 연장[29]과는 달리 PT 및 aPTT 연장 효과가 높게 나타났다. 한편 B 분획물 및 물 잔류물의 경우 항응고 활성이 매우 미약하였다. 즉, 모링가 지하부의 H 및 EA 분획물의 항응고 활성은 기존 항응고 활성이 강력하다고 알려진 마가목 열매의 EA 분획물[30], 계혈등, 팔각향 추출물[27]보다는 상대적으로 미약하나, 흑마늘, 백출, 단삼, 구기자[26, 27]보다는 우수하거나 유사한 활성이었다.

한편 제조된 모링가 추출물 및 분획물의 인간 혈소판 응집 저해활성을 기존 보고[30]와 동일하게 평가하였으며, 그 결과는 Table 3에 나타내었다. 혈소판 응집저해 활성은 Whole Blood Aggregometer (Chrono-log, PA, USA)를 사용해 37°C에서 측정하였으며, 미세전극에 혈소판이 부착되

Table 3. Platelet aggregation inhibitory activities of the ethanol extract and its solvent fractions of the root of *Moringa oleifera* Lam.

Chemicals/ Samples (mg/ml)	Amplitude (Ω)	Slope (Ω/min)	Lag time (sec)	Area under	PAR ¹ (%)
DMSO	19	3	58	126.7	100
Aspirin (0.25)	6	0	56	35.0	27.6
Aspirin (0.125)	8	1	42	51.0	40.2
Ethanol ex. ²	28	5	10	229.8	181.2
Hexane fr. ³	6	2	4	57.4	45.3
Ethylacetate fr.	3	1	37	23.9	18.8
Butanol fr.	15	2	23	107.7	84.9
Water residue	27	4	18	200.5	158.1

¹PAR: Platelet Aggregation Ratio. Data are presented as representative result relative of independent three determinations. Amplitude is expressed as ohms by maximum extent of platelet aggregation, and slope (rate of reaction) is determined by drawing a tangent through the steepest part of curve. Lag time is expressed as delayed time for platelet aggregation after addition of collagen. Area under is a calculated area in descent drawing during platelet aggregation. ²ex: extract, ³fr: fraction

어 응집됨에 따라 발생하는 전기 저항값의 변화를 측정하는 impedance 법을 사용하여 평가하였다[31]. 상세하게는 인간 농축 혈소판(platelet rich plasma: PRP)을 전처리 및 수세 [30]한 후 최종 혈소판 농도가 5×10^8 /ml이 되도록 조정하여 사용하였으며, 10 mM CaCl₂ 50 μl, suspending buffer 147.5 μl, 모링가 시료 5 μl가 포함된 반응 cuvette에 혈소판 50 μl을 넣은 후 3분 동안 37°C로 가온 후 응집유도제로 collagen (1 mg/ml)을 2.5 μl를 넣고 혈소판 응집을 측정하였다. 응집반응은 collagen 첨가 후 12분간 측정하였으며 amplitude, slope, area under를 측정하여 평가하였다. 이때, amplitude (ohm)는 혈소판에 응집유도제를 첨가하였을 때 일어나는 최대 응집정도를 나타내며, slope는 응집유도제를 첨가한 직후부터 1분 동안의 응집곡선의 기울기를 나타내며, area under는 전체적인 혈소판 응집 정도를 표시하는 것으로 전기저항 증가에 따른 slope 곡선의 하강면적을 의미한다 [31]. 최종 혈소판 응집 활성은 DMSO를 첨가한 대조구와 모링가 시료를 첨가한 실험구의 area under 값의 비를 백분율로 나타내었다. 먼저, 대조구로 사용된 아스피린은 0.25 mg/ml 농도에서 무첨가구에 비해 27.6%의 응집율, 0.125 mg/ml 농도에서 40.2%의 응집율을 나타내어 농도 의존적인 혈소판 응집저해 활성을 나타내었다(Table 3, Fig. 1). 한편 모링가 지하부의 ethanol 추출물은 0.25 mg/ml 농도에서 무첨가구에 비해 181.2%의 혈소판 응집을 나타내어 매우 빠르고 강력하게 혈전 생성을 촉진하였으며(Fig. 1), 이는 기존의 보고

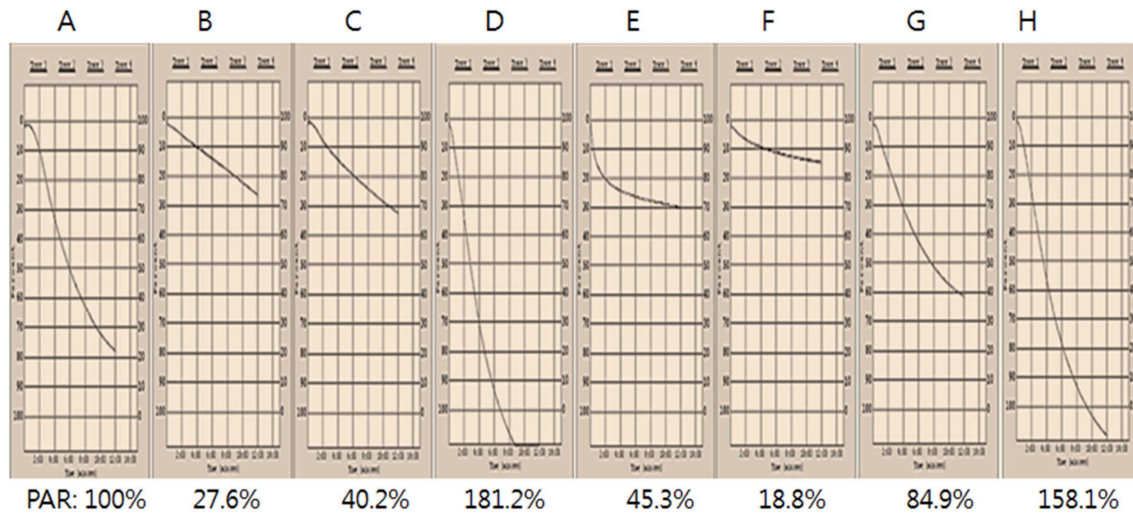


Fig. 1. Diagram of impedance changes during platelet aggregation after addition of aspirin and the root extract and its solvent fractions of *Moringa oleifera* Lam in whole blood aggregometer. (A) DMSO, (B) aspirin (0.25 mg/ml), (C) aspirin (0.125 mg/ml), (D) ethanol extract, (E) n-hexane fraction, (F) ethylacetate fraction, (G) butanol fraction, and (H) water residue. Aggregation was induced by addition of 2.5 μ l of collagen (1 mg/ml) into cuvette containing 50 μ l of washed PRP and measured the impedance change for 12 min. ¹PAR: Platelet Aggregation Ratio.

한 모링가 잎의 혈소판 응집저해 효과[4]와는 상반되나, 모링가 씨의 혈전 생성 촉진효과[18]와는 일치하는 결과였다. 모링가 지하부 추출물의 분획물 중, 물 잔류물 역시 혈소판 응집 촉진을 나타내었다. 그러나, H 및 EA 분획에서 우수한 응집저해 효과가 나타났으며, 특히 EA 분획은 0.25 mg/ml 농도에서 무첨가구에 비해 18.8%의 혈소판 응집을 나타내어 아스피린을 능가하는 강력한 응집저해 활성을 나타내었다. B 분획은 84.9%의 응집도를 보여 미약한 응집저해를 보였다. 한편 모링가 지하부 추출물 및 이의 분획물의 실제적 이용 가능성 검토를 위해 인간 적혈구에 대한 용혈활성을 기존에 보고한 방법[30]으로 평가한 결과, 모든 시료에서 1.0 mg/ml 농도까지 전혀 용혈활성을 나타내지 않음을 확인하였다. 본 연구결과는 모링가 지하부의 H 및 EA 분획물을 이용한 항혈전제 개발이 가능함을 제시하고 있다.

요 약

열매, 잎, 꽃, 봉우리, 꼬투리 등의 지상부를 약용 및 식용으로 사용하고 있는 모링가는 miracle tree라고 불리고 있다. 그러나, 현재까지 주로 잎과 씨에 대한 연구가 진행된 바, 지하부에 대한 성분 및 효능 연구는 초보적인 상태이다. 본 연구에서는 모링가 지하부의 유용 생리활성을 평가하기 위해 지하부의 ethanol 추출물 및 이의 순차적 유기용매 분획물을 조제하고 이의 혈액응고 저해 및 혈소판 응집저해 활성을 평가하였다. 그 결과, 모링가 지하부 ethanol

추출물은 항응고 활성이 미약하고, 혈소판 응집 촉진효과를 나타내어 지혈작용을 나타내었으나, 추출물의 hexane 및 ethylacetate 분획에서는 우수한 트롬빈, 프로트롬빈, 혈액응고인자 저해와 함께 혈소판 응집저해 활성을 나타내었다. 또한 모링가 지하부 추출물 및 분획물들은 1.0 mg/ml 농도까지 인간 적혈구 용혈활성이 없음을 확인하여, 상기 분획물들이 신규의 항혈전제로 사용 가능함을 제시하였다.

Acknowledgments

This work (Grant No. N0001805) was supported by Biotherapy Industry Base Construction Project from Ministry of Trade, Industry and Energy (MTIE) in 2017.

Conflict of Interest

The authors have no financial conflicts of interest to declare.

References

- Morton JF. 1991. The horseradish tree, *Moringa pterigosperma* (Moringaceae). A boon to arid lands. *Econ. Bot.* **45**: 318-333.
- Anwar F, Bhangar MI. 2003. Analytical characterization of *Moringa oleifera* seed oil grown in temperate regions of Pakistan. *J. Agric. Food Chem.* **51**: 6558-6563.
- Anwar F, Latif S, Ashraf M, Gilani AH. 2007. *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytother. Res.* **21**: 17-25.

4. Mughal MH, Ali G, Srivastava PS, Iqbal M. 1999. Improvement of drumstick (*Moringa pterygosperma* Gaertn.) – a unique source of food and medicine through tissue culture. *Hamdard Med* **42**: 37-42.
5. Siddhuraju P, Becker K. 2003. Antioxidant properties of various solvent extracts of total phenolic constituents from three different agroclimatic origins of drumstick tree (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *J. Agric. Food Chem.* **51**: 2144-2155.
6. Choi EJ, Kim EK. 2015. Antioxidation, physicochemical, and sensory characteristics of sulgidduck fortified with water extracts from *Moringa oleifera* Leaf. *Korean J. Food Cookery Sci.* **31**: 335-343.
7. Kwon YR, Youn KS. 2014. Antioxidant activity and physiological properties of *Moringa (Moringa oleifera* Lam.) leaves extracts with different solvents. *Korean J. Food Preserv.* **21**: 831-837.
8. Dangi SY, Jolly CI, Narayana S. 2002. Antihypertensive activity of the total alkaloids from the leaves of *Moringa oleifera*. *Pharm Biol.* **40**: 144-148.
9. Sreelatha S, Jeyachitra A, Padma PR. 2011. Antiproliferation and Induction of Apoptosis by *Moringa oleifera* leaf extract on human cancer cells. *Food Chem. Toxicol.* **6**: 1270-1275.
10. Arabshahi-Delouee S, Aalami M, Urooj A, Krishnakantha TP. 2009. *Moringa oleifera* leaves as an inhibitor of human platelet aggregation. *Pharm. Biol.* **47**: 734-739.
11. Rajanandh MG, Satishkumar MN, Elango K, Suresh B. 2012. *Moringa oleifera* Lam. a herbal medicine for hyperlipidemia: A preclinical report. *Asian Pacific J. Tropical Disease.* **2**: S790-S795.
12. Caceres A, Saravia A, Rizzo S, Zabala L, Leon ED, Nave F. 1992. Pharmacologic properties of *Moringa oleifera*: 2: Screening for antispasmodic, anti-inflammatory and diuretic activity. *J. Ethnopharmacol.* **36**: 233-237.
13. Gothai S, Muniandy K, Zarin MA, Sean TW, Kumar SS, Munusamy MA, *et al.* 2017. Chemical composition of *Moringa oleifera* ethyl acetate fraction and its biological activity in diabetic human dermal fibroblasts. *Pharmacogn. Mag.* **13**: S462-S469.
14. Moura MC, Trentin DS, Napoleão TH, Primon-Barros M, Xavier AS, Carneiro NP, *et al.* 2017. Multi-effect of the water-soluble *Moringa oleifera* lectin against *Serratia marcescens* and *Bacillus* sp.: antibacterial, antibiofilm and anti-adhesive properties. *J. Appl. Microbiol.* **123**: 861-874.
15. Guevara AP, Vargas C, Sakurai H, Fujiwara Y, Hashimoto K, Maoka T, *et al.* 1999. An antitumor promoter from *Moringa oleifera* Lam. *Mutat. Res.* **440**: 181-188.
16. Hamza AA. 2010. Ameliorative effects of *Moringa oleifera* Lam seed extract on liver fibrosis in rats. *Food Chem. Toxicol.* **48**: 345-355.
17. Mahajan SG, Mehta AA. 2008. Effect of *Moringa oleifera* Lam. seed extract on ovalbumin-induced airway inflammation in guinea pigs. *Inhal. Toxicol.* **20**: 897-909.
18. Bhatnagar M, Parwani L, Sharma V, Ganguli J, Bhatnagar A. 2013. Hemostatic, antibacterial biopolymers from *Acacia arabica* (Lam.) Willd. and *Moringa oleifera* (Lam.) as potential wound dressing materials. *Indian J. Exp. Biol.* **51**: 804-810.
19. Luz Lde A, Silva MC, Ferreira Rda S, Santana LA, Silva-Lucca RA, Mentele R, *et al.* 2013. Structural characterization of coagulant *Moringa oleifera* Lectin and its effect on hemostatic parameters. *Int. J. Biol. Macromol.* **58**: 31-36.
20. Park SH, Chang YC. 2012. Anti-fibrotic effects by *Moringa* root extract in rat kidney fibroblast. *J. Life Sci.* **22**: 1371-1377.
21. Cho HJ, Chang YC. 2014. Extract of *Moringa* root inhibits PMA-induced invasion of breast cancer cells. *J. Life Sci.* **24**: 8-13.
22. Lee HJ, Chang YC. 2012. Suppression of TNF- α -induced inflammation by extract from different parts of *Moringa* in HaCaT cells. *J. Life Sci.* **22**: 1254-1260.
23. Ahn SM, Ryu HY, Kang DK, Jung IC, Sohn HY. 2009. Antimicrobial and antioxidant activity of the fruit of *Prunus avium* L. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* **36**: 195-200.
24. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalcau reagent. *Methods Enzymol.* **299**: 152-178.
25. Valentina U, Fabcic J, Stampar F. 2007. Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chem.* **107**: 185-192.
26. Jung IC, Sohn HY. 2014. Antioxidation, antimicrobial and anti-thrombosis activities of aged black garlic (*Allium sativum* L.). *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* **42**: 285-292.
27. Ryu HY, Ahn SM, Kim JS, Sohn HY. 2010. Evaluation of in-vitro anticoagulation activity of 33 different medicinal herbs. *J. Life Sci.* **20**: 922-928.
28. Chen H, Qi X, He C, Yin Z, Fan D, Han G. 2013. Coagulation imbalance may not contribute to the development of portal vein thrombosis in patients with cirrhosis. *Thrombosis Res.* **131**: 173-177.
29. Bijina B, Chellappan S, Krishna JG, Basheer SM, Elyas KK, Bahkali AH, *et al.* 2011. Protease inhibitor from *Moringa oleifera* with potential for use as therapeutic drug and as seafood preservative. *Saudi Journal Biol. Sci.* **18**: 273-281.
30. Kim MS, Sohn HY. 2015. Anti-coagulation and anti-platelet aggregation activity of the mature fruit of *Sorbus commixa*. *Microbiol. Biotechnol. Lett.* **43**: 373-377.
31. Sweeney JD, Hoerning LA, Behrens AN, Novak E, Swank RT. 1990. Thrombocytopenia after desmopressin but absence of *in-vitro* hypersensitivity to ristocetin. *Am. J. Clin. Path.* **93**: 522-525.