

In-vitro Antithrombosis Activity of Different Parts of *Sorbus commixta* from Ulleung Island

Mi-Sun Kim^{1,2}, Ha-Jung Seong¹ and Ho-Yong Sohn^{1,2*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Andong National University, Andong 760-749, Korea

²Agricultural Science and Technology Research Institute, Andong National University, Andong 760-749, Korea

Received September 20, 2015 / Revised December 8, 2015 / Accepted December 15, 2015

Sorbus commixta, a flowering plant in the Rosaceae family, is native to Japan and Ulleung Island, Korea. This plant is also called maga-mok or mai-mok in Korea because the bud of the stem has a similar shape to the teeth of a horse. In this study, hot water extracts from different parts of *S. commixta*, such as leaf, stem, and immature and mature fruits, were prepared, and their antithrombosis and antioxidant activities were evaluated. The extraction yield and pH of stem extracts were 3.99% and 5.5, respectively. The stem extracts contained 89.2 mg/g of total polyphenols and 28.3 mg/g of total flavonoids. The hot water extracts prepared from the leaf, stem, immature, and mature fruit of *S. commixta* exhibited no hemolytic activity against human red blood cells, up to a concentration of 0.5 mg/ml. In an anticoagulation assay, the stem extracts showed strong extension in thrombin, prothrombin, and activated partial thromboplastin times, whereas the other extracts had no anticoagulation activity. In a platelet aggregation inhibitory activity assay, all the extracts tested had no inhibitory activity against human platelets. With regard to antioxidation activity, the stem extracts showed stronger radical scavenging activity and reducing power activity than the other extracts. The calculated RC_{50S}, the concentration required for 50% radical scavenging activity, for DPPH anions, ABTS cations, and nitrite of the crude stem extracts were 119.7, 53.3, and 117.5 µg/ml, respectively, whereas they were 13.7, 5.2, and 14.9 µg/ml for DPPH anions, ABTS cations, and nitrite, respectively, for vitamin C. The results suggest that the stem extracts of *S. commixta* have strong potential for use as a novel resource for antithrombosis agents.

Key words : Anticoagulation, anti-platelet aggregation, *Sorbus commixta*, stem extracts, Ulleungdo

서 론

마가목(*Sorbus commixta*)은 장미목 장미과의 낙엽소교목으로 봄에 말의 이빨과 같은 새싹이 힘차게 나오는 나무라 하여 마가목 또는 마이목으로 불리며, 서양에서는 마운틴 애쉬(Mountain Ash)로도 불린다. 국내에서는 전국 어디에서나 잘 자라고 있으나, 특히 전남, 강원도 및 울릉도에 대형 자생군락지가 발달되어 있다[27]. 나무의 높이는 6~8 m에 이르며, 꽃은 5~6월에 흰색으로 피며, 열매는 9~10월에 붉은 색으로 익는다. 국내에서는 마가목 이외에 당마가목(*Sorbus amurensis*) 및 산마가목(*Sorbus sambucifolia*) 등이 있으며, 아직까지 기원 식물을 명확히 규정하고 있는 실정이다[13]. 한방에서 마가목 및 당마가목을 구분없이 약재로 사용하고 있으며[24], 특히 마가목의 수피는 마아피 또는 정공피라고 하여 신장보호, 기관지

염, 류마티스 관절염, 중풍, 위염 및 골통에 사용되고 있다. 마가목의 열매는 마가자로 부르며, 완숙과를 햇볕에 말려서 그대로 사용하며, 주로 신경통 및 관절염 예방 및 치료에 사용되고 있으며, 관능성이 우수하여 생식 또는 차로 이용하거나 발효주로 제조되어 애용되고 있다[4].

현재까지 마가목에 대한 연구는 주로 마가자에 집중되어 있으며, 마가자로부터 sorbic acid [17], chalcone glycoside [2], lupeol 및 lupenone [23]의 분리, 항산화 활성[6, 11, 14, 20], 피부 광노화 억제 효과[1], pancreatic lipase 저해[19], hyaluronidase 저해[6] 및 angiotensin converting enzyme 저해[5], 혈관이완 활성[9, 31], 지질대사 개선[7] 및 동맥 아테롬 발생억제[26], 항염증 활성[10, 15, 32], 알코올 손상에 의한 간보호 효과[18], 연골손상 억제 활성[21], 암세포 생육억제 활성[16] 및 살초활성[12] 등의 다양한 생리활성이 보고되어 있다. 또한 최근 마아피에서 항산화[22] 및 항염증 활성[30]이 보고되어 마가목 줄기의 새로운 활성이 기대되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 마가목을 이용한 혈행개선 가능성을 가진 고부가가치 음료 제조를 위해 마가목의 미숙과, 성숙과, 줄기 및 잎을 대상으로 기존에 보고된 바 없는 항혈전 활성 및 항산화 활성을 검토하였으며, 그 결과 줄기 추출물에서 강력한 혈액응고 저해 및 항산화 활성을 확인하여 이에 보고하는 바이다.

*Corresponding author

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

E-mail : hysohn@anu.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.

재료 및 방법

실험재료

본 실험의 마가목 시료는 2014년 7월 울릉도 자생 군락지의 마가목의 줄기, 잎, 열매를 구입하여 사용하였다. 열수 추출물 제조를 위해서는 각각의 시료에 대해 10배의 증류수를 가하고 100°C에서 1시간 가열 추출한 후 방냉하고, 다시 상기 과정을 1회 반복한 후 추출액을 모아 filter paper (Whatman No. 2)로 거른 후 감압 농축(Eyela Rotary evaporator N-1000, Tokyo Rikakikai Co., Ltd. Japan)하여 분말로 조제하였다[8]. 다양한 추출물은 DMSO에 적당한 농도로 녹여, 혈액응고 저해, 혈소판 응집저해 활성, 적혈구 용혈활성 및 항산화 활성 평가에 사용하였다. 실험에 사용한 마가목 시료는 안동대학교 식품영양학과에서 보관하고 있다(voucher specimen 2014-SC1~3).

혈액응고 저해활성

마가목 시료의 혈액응고 저해 활성은 기존의 보고한 thrombin time (TT), prothrombin time (PT) 및 activated partial thromboplastin time (aPTT) 을 측정하여 평가하였다[8]. 사용 혈장은 시판 control plasma (MD Pacific Technology Co., Ltd, Huayuan Industrial Area, China)를 사용하였으며, PT reagent와 aPTT reagent는 MD Pacific Hemostasis (MD Pacific Technology Co., Ltd, Huayuan Industrial Area, China)의 분석시약을 사용하여 측정하였다. 기타 시약은 시약급 이상으로 Sigma Co. (St. Louis, MO, USA)의 제품을 구입하여 사용하였다. 먼저 혈액 응고에서 중추적 역할을 수행하는 thrombin [3]의 활성을 평가하는 TT는 37°C에서 0.5 U thrombin (Sigma Co., St. Louis, MO, USA) 50 µl와 20 mM CaCl₂ 50 µl, 다양한 농도의 마가목 추출물 시료 10 µl를 Amelung coagulometer KC-1A (Amelung, Lemgo, Germany)의 튜브에 혼합하여 2분간 반응시킨 후, 혈장 100 µl를 첨가한 후 혈장이 응고될 때까지의 시간을 측정하였으며, thrombin저해 활성은 시료 TT의 평균치를 용매 대조구인 DMSO의 TT 평균치의 비로 나타내었다[8]. 한편 외인성 응고계(II, V, VII 및 X 인자)의 응고 활성을 종합적으로 측정하는 PT는 혈장 70 µl와 다양한 농도의 마가목 추출물 시료 10 µl를 coagulometer 의 튜브에 첨가하여 37°C에서 3분간 가온 후, 130 µl의 PT reagent를 첨가하고 혈장이 응고될 때까지의 시간을 3회 반복한 실험의 평균치로 나타내었으며, prothrombin 저해 활성은 시료 PT의 평균치를 DMSO의 PT 평균치의 비로 나타내었다[8]. 내인성 경로에 의한 혈액응고 활성을 평가하는 aPTT 측정의 경우에는, 표준혈장 70 µl와 다양한 농도의 마가목 추출물 시료 10 µl를 coagulometer 튜브에 첨가하여 37°C에서 3분간 가온 후, 65 µl의 aPTT reagent를 첨가하고 다시 37°C에서 3분간 반응하였다. 이후 65 µl CaCl₂ (35 mM)을 첨가한 후 혈장이 응고될 때까지의 시간을 측정하였으며, aPTT 연장

활성은 시료 aPTT 측정 평균치를 DMSO의 aPTT 평균치의 비로 나타내었다[10]. 이때 시료 대조군으로는 aspirin (Sigma Co., St. Louis, MO, USA)을, 용매 대조군으로는 DMSO를 사용하였으며, 각각의 실험은 3회 반복 측정하였다.

혈소판 응집 저해 활성

혈소판 응집저해 활성은 혈소판이 미세전극에 부착, 응집됨에 따라 발생하는 전기 저항값의 변화를 Whole Blood Aggregometer (Chrono-log, PA, U.S.A)를 사용하여 측정하였다[28]. 먼저 10 mM CaCl₂ 50 µl, suspending buffer 147.5 µl, 마가목 추출물 시료 5 µl가 포함된 반응 cuvette에 50 µl의 혈소판(5×10⁸ cells/ml)을 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[28]. 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 나타낸다. 마가목 추출물 시료의 혈소판 응집 저해 활성은 시료 대신 DMSO를 첨가한 대조구와의 상대적인 area under값의 비를 백분율로 나타내었다[8].

인간 적혈구 용혈 활성 평가

마가목 추출물 시료의 인간 적혈구 용혈 활성을 평가하였으며, PBS로 3회 수세한 인간 적혈구(4%) 100 µl를 96-well microplate에 가하고 다양한 농도의 시료용액 100 µl를 가한 다음 37°C에서 30분간 반응시켰으며, 이후, 반응액을 10분간 원심분리(1,500 rpm)하여 상등액 100 µl를 새로운 microtiter plate로 옮긴 후 용혈에 따른 헤모글로빈 유출 정도를 414 nm에서 측정하였다[8]. 시료의 용매 대조구로는 DMSO (2%)를 사용하였으며, 적혈구 용혈을 위한 실험 대조구로는 triton X-100 및 amphotericin B를 사용하였다. 용혈활성은 다음의 식을 이용하여 계산하였다.





$$(\%) \text{ Hemolysis} = [(S - C)/(T - C)] \times 100.$$

S: 시료 첨가구의 흡광도, C: DMSO 첨가구의 흡광도, T: triton 첨가구의 흡광도.

항산화 활성

다양한 마가목 추출물의 항산화 활성은 기존의 보고[8]한 DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) anion scavenging activity, ABTS [2,2-azobis(3-ethylbenzothiazoline-6- sulfonate)] cation scavenging activity 및 환원력 측정으로 평가하였으며, 최종 항산화 활성의 비교는 RC₅₀ (표준조건에서 활성 radical을 50% 제거하는 데 소요되는 시료의 양)으로 나타내었다. 이

Table 1. Information of used parts of *Sorbus commixta*, extraction yields and pH of hot water extracts

Parts of <i>S. commixta</i>	Extraction yields (%)	pH	Photos
Fruit (immature)	8.72±0.51	5.0±0.1	
Fruit (mature)	21.82±1.89	4.1±0.2	
Leaf	16.28±0.92	5.5±0.1	
Stem	3.99±0.55	5.5±0.1	

때 활성 평가의 대조구로는 vitamin C (Sigma Co.)를, 용매 대조구로는 DMSO를 사용하였다. 한편 nitrite scavenging activity의 경우 아질산염 용액(1 mM)에 시료용액을 가하고 여기에 0.1 N HCl을 가해 pH 1.2로 조정 한 후, 37°C에서 1시간 반응시킨 후 Griess reagent (Sigma Co.)를 가하고 혼합하였다. 이후 15분간 실온에서 방치 후 520 nm에서 흡광도를 측정하여 잔존 nitrite 양을 측정하였다. NSA (%)는 다음의 식에 의해 계산하였으며[8], 소거 활성의 비교는 RC₅₀으로 나타내었다.

$$NSA (\%) = [1 - (A - C) / B] \times 100,$$

A: 1 mM nitrite 용액에 시료를 첨가하여 1시간 반응시킨 후의 흡광도,

B: 1 mM nitrite 용액의 흡광도, C: 시료의 흡광도.

기타 분석

Total flavonoid (TF) 및 Total polyphenol (TP) 함량 측정은 기존의 보고된 방법[25]에 따라 측정하였으며, 각각 rutin과

tannic acid를 표준시약으로 사용하였다. 총당 정량의 경우에는 phenol-sulfuric acid법을, 환원당 정량의 경우에는 DNS 변법을 이용하였다[29]. 각각의 분석결과는 3회 반복한 실험의 평균과 편차로 나타내었다.

통계분석

실험 결과는 SPSS 21.0 버전을 사용하여 mean±SD 로 나타내었으며, 각 군간의 차이는 ANOVA로 분석하였으며, Duncan 다중비교 검증법으로 통계적 유의성 검정을 조사하였다. 유의수준은 p<0.05로 하였다.

결과 및 고찰

마가목 열매, 잎, 줄기의 열수 추출물 조제 및 추출물의 성분 분석

다양한 마가목 부위별 열수 추출물을 조제한 결과, 추출효율은 성숙과에서 21.82%로 가장 높게 나타났으며, 줄기에서 가장 낮은 3.99%를 나타내었다. 반면 잎의 경우 16.28%, 미숙과의 경우 8.72%를 나타내어, 마가자가 성숙할수록 열수 추출효율이 급격히 증가됨을 알 수 있었다(Table 1). 잎과 줄기 추출물의 pH는 5.5이었으나, 미숙과의 경우 pH 5.0, 성숙과의 경우 pH 4.1을 나타내어 성숙도에 따라 pH가 감소되고, 신맛이 강하였다. 이는 성숙과에서 sorbic acid가 급격히 증가하다는 보고[17]와 일치하며, 성숙과에서 주요 유기산 증가는 sorbic acid로 추측된다. 추출물의 성분 분석결과, 미숙과에서는 높은 총당 함량과 환원당 함량을 나타낸 반면, 성숙과에서는 미숙과의 33%의 총당 및 48%의 환원당 함량을 나타내었다. 총 폴리페놀 함량의 경우 줄기와 잎에서 89.2 및 84.4 mg/g의 높은 함량을 나타내었으나, 성숙과에서는 15.2 mg/g의 상대적으로 낮은 함량을 나타내었다(Table 2). 미숙과의 경우 성숙과보다 약 4.4배 높은 총 폴리페놀 함량을 나타내었다. 총 플라보노이드 함량의 경우, 잎 > 미숙과 > 줄기 > 성숙과의 순으로 나타났다. 따라서 마가목의 미숙과, 잎, 줄기는 다양한 유용생리활성이 매우 우수하리라 예상되었다.

다양한 부위의 마가목 추출물의 적혈구 용혈 활성

마가목의 추출물의 안전성 평가의 일환으로, 인간 적혈구에 대한 용혈활성을 평가하였다. 인간 적혈구는 대조구로 사용된

Table 2. Component analysis of hot water extracts prepared from different parts of *Sorbus commixta*

Samples	Component (mg/g-extract)			
	Total polyphenol	Total flavonoid	Total sugar	Reducing sugar
Fruit (immature)	66.9±1.5 ^b	43.5±0.3 ^c	482.6±3.0 ^d	171.6±5.0 ^c
Fruit (mature)	15.2±0.1 ^a	12.2±0.3 ^a	159.5±0.5 ^a	82.1±1.9 ^b
Leaf	84.4±0.4 ^c	51.2±0.4 ^d	366.2±2.0 ^b	57.7±3.8 ^a
Stem	89.2±1.9 ^d	28.3±0.2 ^b	424.0±10.0 ^c	186.2±10.6 ^d

Different superscripts within a column differ significantly (p<0.05).

Table 3. Hemolytic activity of the hot water extracts prepared from different parts of *Sorbus commixta* against human red blood cell (hRBC)

Chemicals/Parts (mg/ml)	Hemolysis against hRBC (%)
DMSO	-0.6±1.6 ^a
Triton-X 100 (1.0)	100±1.4 ^b
Amphotericin B (0.02)	99.4±2.1 ^b
Fruit, immature(0.5)	-2.3±0.3 ^a
Fruit, mature (0,5)	-1.4±1.2 ^a
Leaf (0.5)	-3.0±1.2 ^a
Stem (0.5)	-2.3±0.3 ^a

Data are presented as the mean±SD of three determinations. Hemolytic activity was evaluated using 4% human red blood cell and the relative hemolysis (%) was calculated by following equation. (%) Hemolysis = [(Abs. S - Abs. C)/(Abs. T - Abs. C)] ×100 (For Abs. S, Abs. C and Abs.T, refer the materials and methods). Different superscripts within a column differ significantly ($p<0.05$).

triton-X 및 amphotericin B는 1 mg/ml 및 0.02 mg/ml 농도 처리에 의해 100% 용혈되었다. 반면, 다양한 마가목 부위 추출물은 0.5 mg/ml 농도까지 전혀 용혈활성이 나타나지 않아,

적혈구 용혈에 따른 급성독성은 나타나지 않으리라 판단되었다(Table 3).

다양한 부위의 마가목 추출물의 *in-vitro* 항혈전 활성

다양한 마가목 부위로부터 제조된 열수 추출물의 항혈전 활성 평가를 위해 혈액응고 저해활성을 평가하였다. 먼저 대조구로 사용된 항혈전제 aspirin (1.5 mg/ml)은 무처리구에 비해 TT는 2.0배, PT는 2.2배, aPTT는 1.9배 연장시켜 우수한 혈액응고 저해활성을 나타내었다(Table 4). 마가목 열수 추출물 중, 성숙과 미숙과 및 잎 추출물에서는 혈액응고에 관련된 트롬빈, 프로트롬빈, 혈액응고인자에 대한 저해가 아스피린에 비해 미미하였으며, 유일하게 줄기 추출물에서만 5 mg/ml 농도에서 TT, PT, aPTT를 무첨가구에 비해 모두 15배 이상 연장시키는 강력한 혈액응고 저해 활성이 나타났다(Table 4). 또한 혈전 생성의 개시 및 강화에 중추적인 역할을 하는 혈소판[28]의 응집저해능을 평가한 결과, 모든 마가목 추출물에서 응집저해 활성은 나타나지 않았다. 대조구로 사용된 아스피린은 농도의존적으로 혈소판 응집을 저해하였으며, 성숙과 추출물에서는 오히려 미약한 혈소판 응집 촉진활성이 나타났다 (Table 5).

Table 4. Effect of the hot water extracts prepared from different parts of *Sorbus commixta* on blood coagulation

Chemicals/Parts	Concentration (mg/ml)	Anti-Coagulation activity (x control)		
		TT	PT	aPTT
DMSO	-	1.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^a
Aspirin	1.5	2.0±0.1 ^c	2.2±0.0 ^b	1.9±0.1 ^c
Fruit (immature)	5	1.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^a	1.1±0.0 ^{ab}
Fruit (mature)	5	1.0±0.1 ^a	1.0±0.0 ^a	1.1±0.0 ^{ab}
Leaf	5	1.2±0.0 ^b	1.0±0.0 ^a	1.1±0.1 ^{ab}
Stem	5	>15.0 ^d	>15.0 ^c	>15.0 ^d
	2.5	1.0±0.0 ^a	1.0±0.0 ^a	1.2±0.0 ^b

Data are presented as relative clotting time based on solvent control (x control). The thrombin time (TT), prothrombin time (PT) and activated partial thromboplastin time (aPTT) of solvent control (dimethylsulfoximide) were 24.8 sec, 18.1 sec and 40.2 sec, respectively. Different superscripts within a column differ significantly ($p<0.05$).

Table 5. Effect of the hot water extracts prepared from different parts of *Sorbus commixta* on platelet aggregation activity

Chemicals/Parts	Concentration (mg/ml)	Amplitude (ohm)	Slope	Lag time (sec)	Area under	Platelet aggregation activity (%)
DMSO	-	14	3	18	114.3	101.3
DMSO	-	15	2	21	111.4	98.7
Aspirin	0.5	8	1	30	54.6	48.4
	0.25	14	2	18	94.2	83.5
Fruit (immature)	0.25	15	5	16	120.6	106.9
Fruit (mature)	0.25	16	5	18	140.6	124.7
Leaf	0.25	14	3	18	116.3	103.1
Stem	0.25	14	3	18	116.2	103.0

¹PAA : Platelet Aggregation Activity. 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. Area under is a calculated area in descent drawing during platelet aggregation.

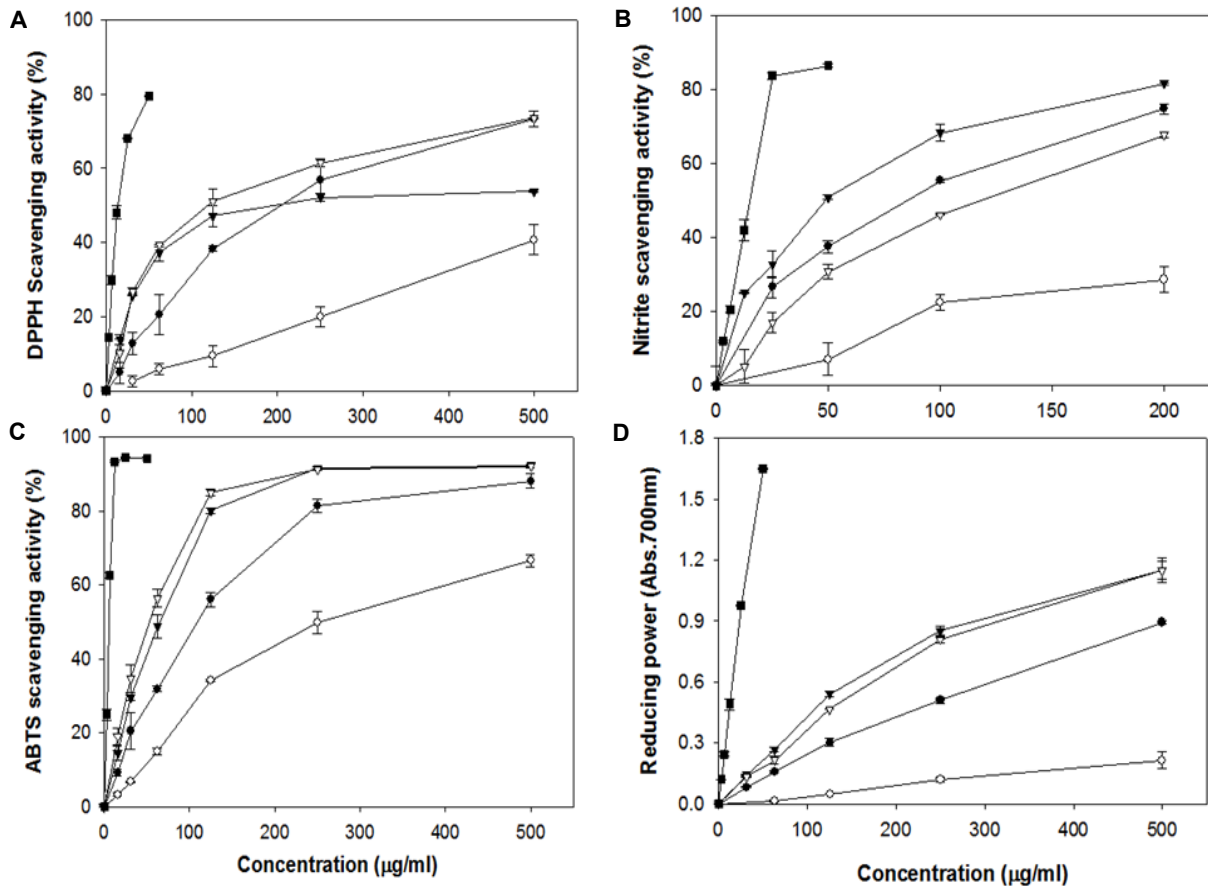


Fig. 1. Radical scavenging activity and reducing power of the hot water extracts prepared from different parts of *Sorbus commixta*. Symbols : Vitamin C (■), fruit, immature (●), fruit mature (○), leaf (▼) and stem (▽).

다양한 부위의 마가목 추출물의 항산화 활성

최근, 항산화 활성 및 nitrosation억제활성이 fibrin clot 형성 및 혈소판 응집 저해에 관련되어 있으며, 강력한 항산화 및 nitrite 소거활성은 혈전 생성 억제에 중요한 인자임이 보고되고 있다[3]. 따라서 다양한 마가목 추출물의 DPPH 음이온, ABTS 양이온, nitrite 라디칼 소거능 및 환원력을 평가하였으며, 그 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 먼저 DPPH 음이온 소거능과 ABTS 양이온 소거능의 경우, 줄기 추출물이 가장 우수하였으며, 125 µg/ml 농도에서 각각 51% 및 85%의 소거능을 나타

내었다. 줄기 추출물을 제외하면, 잎, 미숙과, 성숙과의 추출물 순으로 활성이 강하였다. Nitrite 소거능에 있어서는 잎과 미숙과에서 강한 활성이 나타났으며, 줄기 추출물은 100 µg/ml 농도에서 46%의 소거능을 나타내어 양호한 소거능을 나타내었다. 환원력의 경우에는 줄기와 잎 추출물이 가장 우수하였으며, 성숙과는 활성이 미약하였다(Fig. 1). 항산화력이 가장 우수한 마가목 줄기 추출물의 DPPH 음이온, ABTS 양이온 및 nitrite 소거능에 대한 RC₅₀는 각각 119.7, 53.3, 및 117.5 µg/ml로 계산되었다. 항산화제인 vitamin C의 DPPH 음이온, ABTS 양이온 및 nitrite 소거능에 대한 RC₅₀가, 각각 13.7, 5.2, 및 14.9 µg/ml임을 고려할 때, 마가목 줄기 추출물은 정제되지 않은 상태에서도 우수한 항산화 활성을 나타내었다(Table 6). 상기의 결과는, 강력한 항응고 활성과 항산화 활성을 나타내는 마가목 줄기 추출물이, 향후 활성물질의 규명과 함께, 신규의 항혈전 천연물 소재로 이용가능 함을 제시하고 있다.

Table 6. The calculated RC₅₀ as radical scavenging activity of the hot water extracts prepared from different parts of *Sorbus commixta*

Chemicals/ Parts	Radical scavenging activity (RC ₅₀)		
	DPPH	ABTS	Nitrite
Vitamin C	13.7	5.2	14.9
Fruit (immature)	203.7	109.3	84.9
Fruit (mature)	>500	251.5	>200
Leaf	196.6	64.9	48.7
Stem	119.7	53.3	117.5

감사의 글

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2014년도 산학연협력 기술개발사업(No. C0249210)의 연구수행으로 인한 결과물임

을 밝힙니다.

References

- Bae, J. T., Sim, G. S., Kim, J. H., Pyo, H. B., Yun, J. W. and Lee, B. C. 2007. Antioxidative activity of the hydrolytic enzyme treated *Sorbus commixta* Hedl and its inhibitory effect on matrix metalloproteinase-1 in UV irradiated human dermal fibroblasts. *Arch. Pharm. Res.* **30**, 1116-1123.
- Bhatt, L. R., Bae, M. S., Kim, B. M., Oh, G. S. and Chai, K. Y. 2009. A chalcone glycoside from the fruits of *Sorbus commixta* Hedl. *Molecules* **14**, 5323-5327.
- Bijak, M., Bobrowski, M., Borowiecka, M. and Podsedek, A., 2011. Anticoagulant effect of polyphenols-rich extracts from black chokeberry and grape seeds. *Fitoterapia* **82**, 811-817.
- Cho, H. C., Kang, S. A., Choi, S. I. and Cheong, C. 2013. Quality characteristics of fruit spirits from a copper distillation apparatus. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **42**, 743-752.
- Choi, G. P., Chung, B. H., Lee, D. I., Lee, H. Y., Lee, J. H. and Kim, J. D. 2002. Screening of inhibitory activities on angiotensin converting enzyme from medicinal plants. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **10**, 399-402.
- Choi, S. I., Lee, Y. M. and Heo, T. R. 2003. Screening of hyaluronidase inhibitory and free radical scavenging activity *in vitro* of traditional herbal medicine extracts. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng.* **18**, 282-288.
- Chung, B. H., Lee, H. Y., Lee, J. H., Kim, N. Y., Lee, S. Y., Choi, J. T., Kim, J. H. and Kim, J. D. 2003. Effect of fruit extracts from *Sorbus commixta* Hedl on the lipid metabolism in rats. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **11**, 143-147.
- Jung, I. C. and Sohn, H. Y. 2014. Antioxidation, antimicrobial and antithrombosis activities of aged black garlic (*Allium sativum* L.). *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **42**, 285-292.
- Kang, D. G., Lee, J. K., Chol, D. H., Sohn, E. J., Moon, M. K. and Lee, H. S. 2005. Vascular relaxation by the methanol extract of *Sorbus* cortex via NO-cGMP pathway. *Biol. Pharm. Bull.* **28**, 860-864.
- Kang, D. G., Sohn, E. J., Lee, A. S., Kim, J. S., Lee, D. H. and Lee, H. S. 2007. Methanol extract of *Sorbus commixta* cortex prevents vascular inflammation in rats with a high fructose-induced metabolic syndrome. *Am. J. Chin. Med.* **35**, 265-277.
- Kang, M. A., Kim, M. B., Kim, J. H., Ko, Y. H. and Lim, S. B. 2010. Integral antioxidative capacity and antimicrobial activity of pressurized liquid extracts from 40 selected plant species. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **39**, 1249-1256.
- Kim, H. Y., Choi, H. J., Lim, S. H., Heo, S. J., Han, S. S., Kim, D. S., Hwang, K. H. and Kim, S. 2003. Herbicidal activity of Korean native plants (I). *Kor. J. Pest Sci.* **7**, 248-257.
- Kim, S. H., Jang, Y. S., Chung, H. G., Choi, M. S. and Kim, S. C. 2003. Selection of superior trees for larger fruit and high productivity in *Sorbus commixta* Hedl. *Kor. J. Plant Res.* **6**, 120-128.
- Kim, T. H., You, J. K., Kim, J. M., Baek, J. M., Kim, H. S., Park, J. H. and Choe, M. 2010. Antioxidant and whitening effects of *Sorbus commixta* Hedl cortex extract. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **39**, 1418-1424.
- Lee, K. H., Nam, J. J., Kim, S. M., Kim, H. K., Moon, S. J. and Youm, J. K. 2014. Anti-inflammatory effects of the mixture of *Sorbus commixta*, *Urtica dioica*, *Phyllostachys nigra*, and *Rhus semialata* Gall extracts on LPS-induced inflammation in HaCaT Cells. *J. Soc. Cosmet. Scientists Korea* **40**, 45-54.
- Lee, M. K., Lee, H. Y., Lee, J. H., Oh, J. S. and Kim, J. D. 2002. Anticancer effect of *Sorbus commixta* Hedl extracts. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **10**, 403-408.
- Lee, S. M., Kim, C. E., Joe, Y. I. and Tahk, H. K. 1972. Isolation of sorbic acid from the mountain ash berries. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **4**, 1-5.
- Lee, S. O., Lee, H. W., Lee, I. S. and Im, H. G. 2006. The pharmacological potential of *Sorbus commixta* cortex on blood alcohol concentration and hepatic lipid peroxidation in acute alcohol-treated rats. *J. Pharm. Pharmacol.* **58**, 685-693.
- Lee, Y. M., Kim, Y. S., Lee, Y., Kim, J., Sun, H., Kim, J. H. and Kim, J. S. 2012. Inhibitory activities of pancreatic lipase and phosphodiesterase from Korean medicinal plant extracts. *Phytother. Res.* **26**, 778-782.
- Lim, G. N., Park, M. A. and Park, S. N. 2011. Antioxidative and antiaging effects of *Sorbus commixta* twig extracts. *J. Kor. Oil Chemists' Soc.* **28**, 482-490.
- Moon, E., Youn, Y., Choi, B. Y., Jeong, H. U., Park, J. H., Oh, M. S., Soh, Y. and Kim, S. Y. 2010. Extracts of *Sorbus commixta* and *Geranium thunbergii* inhibit osteoclastogenesis and stimulate chondrogenesis. *J. Kor. Academia-Industrial Coop. Soc.* **11**, 3358-3365.
- Na, M. K., An, R. B., Lee, S. M., Min, B. S., Kim, Y. H., Bae, K. H. and Kang, S. S. 2002. Antioxidant compounds from the stem bark of *Sorbus commixta*. *Nat. Prod. Sci.* **8**, 26-29.
- Na, M. Kim, B. Y., Osada, H. and Ahn, J. S. 2009. Inhibition of protein tyrosine phosphatase 1B by lupeol and lupenone isolated from *Sorbus commixta*. *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* **24**, 1056-1059.
- Park, J. H., Do, W. I. and Kim, M. H. 2009. Pharmacognostical studies on the Korean folk medicine "Ma Ga Mog". *Kor. J. Pharmacogn.* **40**, 32-34.
- Singleton, V. L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* **299**, 152-178.
- Sohn, E. J., Kang, D. G., Mun, Y. J., Woo, W. H. and Lee, H. S. 2005. Anti-atherogenic effects of the methanol extract of *Sorbus* Cortex in atherogenic-diet rats. *Biol. Pharm. Bull.* **28**, 1444-1449.
- Song, H. K., So, S. K., Kim, M. Y., Park, J. M., Lee, S. H. and Park, G. S. 2007. Vegetation - environment relationships in forest community of ulleung island. *Kor. J. Env. Eco.* **21**, 82-97.
- Sweeney, J. D., Hoerning, L. A., Behrens, A. N., Novak, E. and Swank, R. T. 1990. Thrombocytopenia after desmopressin but absence of *in-vitro* hypersensitivity to ristocetin.

- Amer. J. Clin. Path.* **93**, 522-525.
29. Valentina, U., Fabcic, J. and Stampar, F. 2007. Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chem.* **107**, 185-192.
30. Yang, G. and An, H. J. 2014. β -sitosteryl-3-O- β -glucopyranoside isolated from the bark of *Sorbus commixta* ameliorates pro-inflammatory mediators in RAW 264.7 macrophages. *Immunopharmacol. Immunotoxicol.* **36**, 70-77.
31. Yin, M. H., Kang, D. G., Choi, D. H., Kwon, T. O. and Lee, H. S. 2005. Screening of vasorelaxant activity of some medicinal plants used in Oriental medicines. *J. Ethnopharmacol.* **99**, 113-117.
32. Yu, T., Lee, Y. J., Jang, H. J., Kim, A. R., Hong, S. Y., Kim, T. W., Kim, M. Y., Lee, J. H., Lee, Y. G. and Cho, J. Y. 2011. Anti-inflammatory activity of *Sorbus commixta* water extract and its molecular inhibitory mechanism. *J. Ethnopharmacol.* **134**, 493-500.

초록 : 울릉도 마가목의 다양한 부위의 항혈전 활성

김미선^{1,2} · 성화정¹ · 손호용^{1,2*}

(¹안동대학교 식품영양학과, ²안동대학교 농업과학기술연구소)

마가목은 울릉도를 대표하는 약용식물 중 하나이다. 본 연구에서는 마가목을 이용한 혈행개선 가능성을 가진 고부가가치 음료 제조를 위해 마가목의 미숙과, 성숙과, 줄기 및 잎의 열수 추출물을 제조하고, 이를 대상으로 기존에 보고된 바 없는 항혈전 활성 및 항산화 활성을 검토하였다. 마가목 줄기의 경우 추출효율은 3.99%, pH 5.5이었으며, 열수 추출물은 총 폴리페놀 89.2 mg/g, 총 플라보노이드 28.3 mg/g의 함량을 나타내었다. 다양한 부위의 마가목 추출물들은 0.5 mg/ml 농도까지 인간 적혈구 용혈활성을 나타나지 않았다. 혈액응고 저해활성 평가결과, 줄기 추출물에서만 강력한 트롬빈, 프로트롬빈, 혈액응고인자 저해가 확인되었으며, 인간 혈소판 응집저해활성은 인정되지 않았다. 한편 혈전 생성억제와 관련된 항산화 활성 평가 결과, 줄기 추출물에서 강력한 DPPH 음이온, ABTS 음이온 소거능, nitrite 소거능을 확인하였으며, 각각의 RC_{50} 는 각각 119.7, 53.3, 및 117.5 μ g/ml로 계산되었다. 항산화제인 vitamin C의 DPPH 음이온, ABTS 양이온 및 nitrite 소거능에 대한 RC_{50} 가, 각각 13.7, 5.2, 및 14.9 μ g/ml임을 고려할 때, 마가목 줄기 추출물은 정제되지 않은 상태에서도 우수한 항산화 활성을 나타내었으며, 환원력 역시 다른 부위에 비해 강력하였다. 본 연구결과는 강력한 항응고 활성과 항산화 활성을 나타내는 마가목 줄기 추출물이 신규의 항혈전 천연물 소재로 이용가능 함을 제시하고 있다.