



Inhibitory activity against biological enzyme and anti-microbial activity of phenolics from *Sambucus sieboldiana* var. *pendula* Leaves

Eun-Ho Lee¹ · Shin Hyub Hong¹ · Hye-Jin Park¹ · Byung-Oh Kim¹ · Hee-Young Jung² · In-Kyu Kang³ · Young-Je Cho¹

말오줌나무(*Sambucus sieboldiana* var. *pendula*) 잎 유래 phenolic 물질의 생리활성 효소 저해 및 항균효과

이은호¹ · 홍신협¹ · 박혜진¹ · 김병오¹ · 정희영² · 강인규³ · 조영제¹

Received: 16 November 2020 / Accepted: 24 December 2020 / Published Online: 31 March 2021
© The Korean Society for Applied Biological Chemistry 2021

Abstract The phenolics of *Sambucus sieboldiana* var. *pendula* leaves for functional resources were examined on inhibitory activity against biological enzyme and anti-microbial activity. The amount of phenolic compounds were 11.60±0.18 and 12.43±0.07 mg/g by water and 50% ethanol extraction, respectively. The anti-oxidative activity of phenolic in extracts was higher than solids. The inhibition activities on angiotensin converting enzyme were 92.08 and 78.33% at 200 µg/mL phenolic concentration in water and ethanol extracts, respectively. The xanthine oxidase inhibitory activity were 100% at 200 µg/mL phenolic in water and ethanol extracts, respectively. These result was higher than 70.37% of allopurinol as positive control at 200 µg/mL. The inhibitory

activity against hyaluronidase were each 25.35 and 43.38% in water and ethanol extracts. The water extract from *S. sieboldiana* var. *pendula* leaves showed antibacterial activity on the *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus mutans* in water extract and *S. mutans* in ethanol extract. This result suggests that phenolic from *S. sieboldiana* var. *pendula* leaves are suitable as functional foods with anti-hypertension, anti-gout, anti-inflammation and anti-microorganism activities.

Keywords Anti-gout · Anti-hypertension · Anti-inflammation · Anti-microorganism · *Sambucus sieboldiana* var. *pendula*

Eun-Ho Lee and Shin Hyub Hong are contributed equally to this manuscript.

Young-Je Cho (✉)
E-mail: yjcho@knu.ac.kr

¹School of Food science & Biotechnology, Kyungpook National University, 80 University Street, Bukgu, Daegu 41566, Republic of Korea

²School of Applied Biosciences, Kyungpook National University, 80 University Street, Bukgu, Daegu 41566, Republic of Korea

³Department of Horticultural Science, Kyungpook National University, 80 Daehakro, Bukgu, Daegu 41566, Republic of Korea

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.

서론

최근 환경호르몬, 화학물질, 내연기관의 배기가스 등에 의해 생활환경의 오염이 심해지고 이에 따른 피해가 증가됨에 따라 친자연적인 먹거리 문화를 주목하는 사람들이 늘어나고 있다. 또한 생활수준이 높아짐에 따라 삶의 질을 높이려는 관심이 높아지고, 식생활 또한 건강위주의 식단으로 개선되어지고 있는 실정이다. 이와 관련하여 자연에 널리 분포되어 있는 식물체로부터 생리활성 기능을 밝혀내어 건강기능성 식품에 적용하고자 하는 시도가 다양하게 시도되고 있으며, 이러한 약리성 식품의 가치가 새롭게 조명받고 있다[1]. 국제적으로는 2010년 생물다양성협약의 나고야의정서에 따라 각국의 자생식물에 대한 정보를 공유하고, 각국 토속의 자생식물의 유용성 탐색 및 개발을 추진하고 있다. 국내에서는 전역에 분포되어있는 자생식물들을 찾

아내어 생리활성 등을 규명한 후 건강기능 제품 및 의약품분야에 활용할 수 있는 자료를 탐색을 다양하게 시도하고 있다[2-6]. 이러한 다양한 식물로부터의 천연물을 대상으로 성인병의 주된 원인을 억제하기 위한 생리활성 스크리닝 연구가 진행되고 있으며, 특히 한의학 등의 중요성이 부각되면서 질환의 치료나 예방을 목적으로 각종 약용식물이나 야생초, 산채류 등을 대상으로 연구가 이루어지고 있다[7,8]. 이중 야생초나 산채류의 식물에는 각종 tannin류, alkaloid류, saponin, 배당체류, flavonoids 류 등이 함유되어 있어서 생리학적으로 의해서 건강식품으로 활용할 수 있는 가능성이 매우 높다고 한다[9,10].

말오줌나무(*Sambucus sieboldiana* var. *pendula*)는 경상북도 울릉도의 특산식물로 전 세계에서 오직 울릉도에서만 전 지역 임연부 및 개활지에 널리 자생하며 높이가 4-5 m까지 자라는 낙엽활엽수 관목으로 꽃은 6월에 피며 꽃색은 황백색으로 열매는 7월에 주홍색으로 익는다[11]. 말오줌나무를 포함한 딱총나무 속 식물 전체를 '접골목'으로 지칭하며 우리나라 및 일본에서 민간적으로 신장병, 수종(水腫) 등의 이뇨약으로 사용되고 있으며[12-14], 뼈에 좋은 약재로 잎, 줄기, 뿌리, 꽃 등 부위별로 다양하게 쓰이고 있다. 최근 접골목에 관한 생리활성연구로는 딱총나무의 항산화 효과[15], 류마티스 관절염에 미치는 영향[16], 골다공증에 미치는 영향[17], 간세포 보호 효과[18]가 보고된 바 있다. 최근 연구에서는 말오줌나무의 생리활성에 대한 연구는 항염증 효과[19]에 대하여 연구된 바는 있으나 항균활성 등 그 외 연구가 상당히 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 울릉도 자생식물인 말오줌나무 잎의 성인병 예방효과 및 항균효과 등 건강기능활성을 규명하여 기능성식품 소재로 활용하고자 하는 목표를 가지고 산업화를 위한 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

시료

말오줌나무 잎은 울릉도에서 자생하는 것을 채취하여 말오줌나무[20]와 경북대학교 울릉도·독도 연구소의 식물정보를 이용하여 형태적 특징을 확인하고 동정하였으며, 잎을 제외한 이물질을 제거한 후, 45 °C dry oven에서 건조하였다.

추출물 제조

최적 추출조건의 검색을 위하여 말오줌나무 잎 분말 1 g을 분취하고 여기에 다양한 용매(water, ethanol, methanol, acetone, *n*-butanol)를 100 mL 용량으로 첨가하고, 24시간 동안 상온에서 shaking 하였으며, 추출용매 농도가 용출량의 변화에 미치는 영향은 식용 가능한 용매인 물과 에탄올을 사용하여 0-100%까지 농도를 변화시키면서 수율 변화를 측정하였다. 생리활성 검정을 위한 시료는 열수추출물의 경우 말오줌나무 잎 분말 1 g을 삼각플라스크에 담은 후, 증류수를 200 mL 첨가하고, 전체액이 100 mL가 될 때까지 가열시킨 후 실온으로 냉각하고, 24시간 동안 상온에서 shaking 하였다. 에탄올 추출물은 말오줌나무 분말 1 g에 10-100%의 농도별 에탄올을 100 mL씩 첨가하여 24시간 동안 상온에서 shaking 하였으며, 추출액은 여과지(Whatman No. 1)로 여과한 후 rotary vacuum evaporator (Eyela NE, Tokyo,

Japan)에서 농축하여 필요에 따라 동결건조(FDS8518, Ilshin Bio Base Co. Ltd, Dongducheon, Korea)하여 시료로 사용하였다.

Phenolics의 정량

Phenolics의 함량은 Folin-Denis 방법[21]으로 측정하였으며, 추출물 1 mL를 95% 에탄올 1 mL와 증류수 5 mL와 mix한 후, 1 N Folin-ciocalteu reagent 0.5 mL를 첨가하여 발색시키고, 5분간 방치한 후, Na₂CO₃ 1 mL를 가하여 흡광도 725 nm에서 1시간 이내에 측정하였으며, 측정값은 gallic acid를 이용한 표준곡선으로부터 양을 계산하였다.

1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical 소거능

Blois의 방법[22]에 준하여 라디칼의 생성 여부에 따라 보라색으로 변하는 라디칼 변화 활성 중 DPPH radical 소거능을 측정하였다. 말오줌나무 잎 추출물 1 mL에 60 μM DPPH 3 mL를 첨가하고 mixing 한 후 실온에서 15분 동안 시약 반응을 시켰다. 측정은 흡광도를 사용하여 517 nm의 파장에서 측정하였으며, 추출물의 흡광도와 대조구의 흡광도 차이를 이용하여 계산하였다.

Angiotensin converting enzyme (ACE) 억제 효과 측정

ACE 억제 효과 측정은 Cushman 등의 방법[23]에 의하여 수행하였다. Blank는 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 8.3, 0.3 M NaCl 함유)에 2.5 mM hippuryl-histidyl-leucine 용액 0.15 mL를 기질로서 혼합하였으며, 대조구는 상기의 phosphate buffer 0.1 mL를 시료 대신 첨가하여 37 °C에서 30분간 반응시켰다. 반응액은 1 N HCl 0.35 mL를 첨가하여 반응을 중지시키고, 3 mL EtOAc를 첨가하여 생성된 hippuric acid를 용출시켰다. EtOAc층은 분취하여 용매를 증류시키고, 남은 잔사에 증류수를 2 mL를 추가로 첨가하여 기질로부터 생성된 hippuric acid를 흡광도 280 nm에서 OD값을 측정하였다. 측정된 수치는 hippuric acid를 사용한 표준곡선에서 양을 환산하여 아래와 같이 저해율을 계산하였다. 저해율(%)는 1-(반응구 hippuric acid량/대조구 hippuric acid량)×100.

Xanthine oxidase (XOase) 억제 효과 측정

XOase 억제 효과 측정은 Stirpe와 Corte의 방법[24]을 이용하여 측정하였다. 시료처리구는 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 7.5)에 기질액 2 mM xanthine 용액 3 mL에 효소액 0.1 mL와 시료용액 0.3 mL를 넣고 대조구에는 시료용액 대신 0.3 mL 증류수를 첨가한 후, 37 °C에서 30분간 반응시켰다. 반응액에 1 mL의 20% trichloroacetic acid 용액을 가하여 반응을 종료시키고, 단백질을 제거를 위해 원심분리한 후, uric acid를 흡광도 292 nm에서 OD값을 측정하였다. 측정된 수치는 uric acid를 이용한 표준곡선에서 uric acid양을 환산하였으며, 저해율(%)은 1-(시료첨가구의 uric acid 생성량/대조구의 uric acid 생성량)×100으로 계산하였다.

Hyaluronidase (HAase) 억제 효과 측정

HAase 억제 효과 측정은 sodium-hyaluronic acid (HA)로 부터 형성된 N-acetylglucosamine을 glucozaxoline 유도체로 변형시키고, *p*-dimethylaminobenz aldehyde로 발색시킨 후, 흡광도(OD)

를 측정하였다[25]. 저해율(%)은 1-(시료첨가균의 OD/대조구의 OD)×100으로 나타내었다.

항균활성 측정

항균활성 측정에 사용한 균주는 식중독균인 *Staphylococcus aureus*와 *Escherichia coli*를 사용하였고, 여드름균인 *Propionibacterium acnes*, 충치균인 *Streptococcus mutans*와 위염과 위궤양 원인균인 *Helicobacter pylori*를 사용하였다. *S. aureus*, *E. coli*, *P. acnes* 배양을 위해서는 nutrient medium (Difco, Sparks, MD, USA)을 사용하였으며, agar plate에 접종하여 37 °C의 incubator에서 24-48시간 동안 배양하였다. *S. mutans* 배양에는 brain heart medium을 *H. pylori*의 배양에는 최적배지 (배지조성: special peptone 0.5 g, agar 0.75 g, NaCl 0.25 g, yeast extract 0.25 g, beef extract 0.2 g 및 pyruvic acid 0.025 g in 50 mL medium)를 사용하여 10% CO₂ incubator를 이용하여 미호기성 조건을 유지하였고, 습도는 95% 이상으로 agar plate에서 37 °C에서 48-72시간 동안 배양하였다[26]. Disc method에 의한 항균활성 검색은 최적배지 agar plate에 준비한 균 배양액 100 µL를 분주하여 멸균 유리봉으로 도말하고 멸균된 지름 8 mm 크기의 disc paper를 올려놓고 0.45 µm membrane filter로 제균한 말오줌나무 잎 추출물 100 µL에 TPC 농도를 50, 100, 150 및 200 µg로 분주하였다. 대조구로는 멸균수 100

µL를 흡수시켜 24시간 동안 배양하여, disc 주위의 clear zone 생성 유무와 직경을 측정함으로써 항균활성을 계산하였다.

통계처리

모든 실험결과는 평균 ± 표준편차(mean ± standard deviation)로 표현하였다. 통계 분석은 최소 6개의 기술 복제물에 대한 실험을 위해 SPSS 25 (Statistical Package for Social Science, Chicago, IL, USA)의 Duncan’s multiple range test one way ANOVA를 사용하여 수행되었다. *p* < 0.05는 통계적으로 유의하다고 간주되었다.

결과 및 고찰

Solvent 종류 및 solvent 농도가 phenolic의 추출에 미치는 영향
식물체에 의해 방어가 이루어지는 2차 대사산물의 한 종류인 phenolic 화합물은 식물체에 존재하는 phenolic의 -OH기가 단백질에 매우 잘 결합하여 나타내는 특성에 의해, 효소 단백질의 구조를 동반한 효소 활성 억제 등 다양한 생리적 기능을 가진다[27,28]. 말오줌나무 추출물을 실험을 위해 추출한 phenolic의 농도를 측정하고 농축하여 200 µg/mL phenolic을 함유한 추출물인 water과 ethanol extracted phenolic

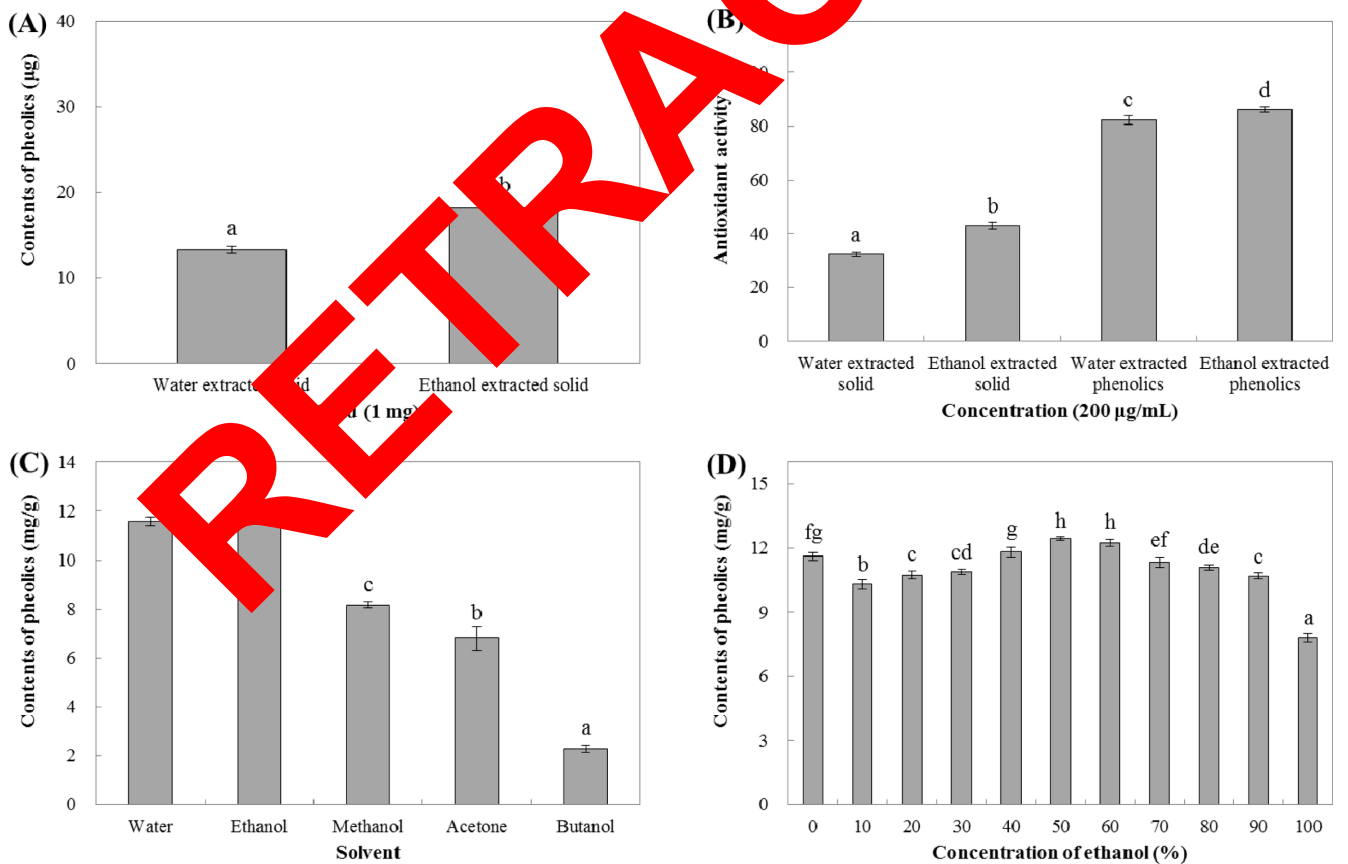


Fig. 1 The phenolics content in extracted solid (A), antioxidative activity by extracted solid and phenolics (B). The extracted phenolics content from *S. sieboldiana* var. *pendula* leaf by various solvents (C) and ethanol concentration (D). The data were expressed as the mean ± error (n=6). **p* < 0.05

Table 1 Inhibitory activity of *S. sieboldiana* var. *pendula* leaf phenolics against ACE

Phenolic content (µg/mL)	Sample					
	Water extract		50% ethanol extract		Positive control (Captopril)	
	Hippuric acid (µg/mL)	Inhibitory activity (%)	Hippuric acid (µg/mL)	Inhibitory activity (%)	Hippuric acid (µg/mL)	Inhibitory activity (%)
Control	8.11±0.06	-	8.11±0.06	-	8.11±0.06	-
50	2.96±0.12	71.94±1.51 ^a	4.87±0.08	48.42±1.04 ^a	6.35±0.05	30.09±0.63 ^b
100	1.94±0.03	84.61±0.42 ^b	3.63±0.08	63.74±0.96 ^b	5.70±0.07	38.17±0.84 ^b
150	1.36±0.06	91.72±0.75 ^c	2.79±0.03	74.11±0.42 ^c	4.86±0.03	48.54±0.36 ^c
200	1.33±0.09	92.08±1.11 ^c	2.44±0.04	78.33±0.55 ^d	3.60±0.03	64.10±0.36 ^d

The data were expressed as the mean ± error (n=6). **p* < 0.05

Table 2 Inhibitory activity of *S. sieboldiana* var. *pendula* leaf extracts against XOase

Phenolic content (µg/mL)	Sample					
	Water extract		50% ethanol extract		Positive control (Allopurinol)	
	Uric acid (µg/mL)	Inhibitory activity (%)	Uric acid (µg/mL)	Inhibitory activity (%)	Uric acid (µg/mL)	Inhibitory activity (%)
Control	17.89±0.14	0	17.89±0.14	0	17.89±0.14	0
50	10.36±0.21	42.11±1.16 ^a	11.52±0.61	35.61±3.40 ^a	7.17±1.30	59.90±7.25 ^a
100	3.16±0.18	82.36±0.96 ^b	6.04±0.34	66.26±1.89 ^b	6.42±1.10	64.12±6.15 ^{ab}
150	-	100.0±2.43 ^c	2.02±0.28	88.83±1.52 ^c	5.85±0.06	67.28±0.32 ^b
200	-	100.0±0.96 ^c	-	100.0±1.06 ^d	5.30±0.19	70.37±1.04 ^c

The data were expressed as the mean ± error (n=6). **p* < 0.05

을 제조하였으며, water과 ethanol extracted solid를 제조하기 위해 추출한 추출물을 다시 동결건조하여 powder 형태의 고형분(solid)을 만들어 농도에 따라 재용해시켜 사용하였다. 추출, 여과하여 동결건조한 말오줌나무 solid에 포함된 phenolic 성분의 함량을 확인한 결과, 물과 에탄올로 추출된 solid에서 각각 1 mg당 13.3, 18.1 µg의 phenolic 함량을 나타내었으며(Fig. 1A), solid와 phenolic 함량에 따라 항산화 효과를 비교한 결과, Fig. 1B에서와 같이 solid와 phenolic 비교에서 각각 32.3, 43.1%와 82.1, 86.1%의 DPPH 라디칼 소거능을 나타내었다. 따라서 말오줌나무의 생리적 활성을 말오줌나무로부터 분리된 phenolic 성분들에 의해 활성이 발현되는 것으로 판단되었다. 위의 결과에 따라 말오줌나무로부터 생리활성을 나타낸다고 판단되는 phenolics를 추출하기 위하여 다양한 solvent로 phenolics의 용출량을 알아본 결과, Fig. 1C에서와 같이 에탄올, 물, 메탄올, 아세톤, 및 부탄올 순으로 12.4, 11.6, 8.2, 6.8, 2.3 mg/g의 함량을 나타내었다. 따라서 물과 에탄올을 solvent로 택해 추출하였을 때 용출량이 다른 solvent를 사용하였을 때 보다 상대적 phenolics의 용출량이 더 높은 것을 확인하였다. 말오줌나무의 기능성을 식품에 적용시키기 위하여 추출 수율이 가장 높은 solvent인 에탄올을 사용하여 다양한 농도로 시료에 첨가하여 phenolics를 용출한 결과 Fig. 1D에서와 같이 50% 에탄올 추출물에서 12.43±0.07 mg/g으로 가장 높은 phenolic 추출함량을 나타내었다. 이상의 결과에 따라 기능성식품에 적용하기 위해 말오줌나무 추출물의 생리활성을 탐색하기 위하여 인체에 무해하고 phenolic 추출 수율이 높은 물 추출물과 50% 에탄올을 이용하여 다양한 생리활성 효과를 탐색하였다.

ACE 억제 효과

고혈압 발생 system에서 ACE의 역할은 angiotensin II의 생성으로 고혈압을 유발 또는 상승시키는 대표적인 유발인자이다. 따라서 ACE 저해제는 ACE 효소의 역할을 저해함으로써 angiotensin II의 생성을 억제하고, aldosteron의 생성감소 및 bradykinin의 생성증가로 인한 신장혈관 확장으로 나트륨의 배설을 촉진하여 혈압이 내려갈 수 있어, 고혈압질환 등의 증상 완화 및 치료의 목적으로 활용되고 있다[29]. 말오줌나무 잎의 ACE 저해 활성을 측정된 결과, Table 1에서와 같이 50-200 µg/mL의 phenolic을 함유한 물 추출물에서 71.94±1.51-92.08±1.11%의 높은 ACE 저해 활성이 측정되었고, 50-200 µg/mL의 phenolic을 함유한 에탄올 추출물에서 48.42±1.04-78.33±0.55%의 ACE 저해 활성이 측정되었으며, 농도의존적인 양상을 나타내었다. Oh 등[30]은 동백나무 외 4종의 식물 추출물에서 각각 11.8±3.9, 52.7±7.0, 2.3±4.0, 14.3±2.5, 4.3±8.3% 등의 ACE 저해율을 나타내었다고 보고한 것에 비해 말오줌나무 잎 추출물의 고혈압 억제 효과가 더 우수한 것이 확인되었으며, 이러한 결과는 말오줌나무가 고혈압 질환의 증세 완화, 예방 또는 치료의 목적으로 사용할 수 있는 기능성 식품소재로서 산업화에 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

XOase 억제 효과

인체 내에서 purine 대사에 관여하는 XOase는 xanthine 혹은 hypoxanthine으로부터 uric acid를 형성하여 생성된 uric acid가 혈장 내에 증가하게 되면, 관절 등에 축적되어 극심한 통증과 관절부종을 일으키는 통풍(gout)을 유발하게 된다. 그러므로

Table 3 Inhibitory activity of *S. sieboldiana* var. *pendula* leaf against HAase

Phenolic content (µg/mL)	Sample		
	Water extract	50% ethanol extract	Positive control (Vitamin C)
	Inhibitory activity (%)	Inhibitory activity (%)	Inhibitory activity (%)
Control	-	-	-
50	9.77±0.06 ^a	3.64±0.92 ^a	2.60±0.51 ^a
100	10.83±1.68 ^a	10.61±0.31 ^b	3.90±0.17 ^a
150	18.77±0.11 ^b	25.77±0.76 ^c	10.08±0.52 ^b
200	25.35±0.41 ^c	43.38±2.26 ^d	14.10±1.06 ^c

The data were expressed as the mean ± error (n=6). **p* < 0.05

XOase에 대한 효소 작용의 억제는 지방산화시 발생하는 free radical 생성을 억제하게 되므로, 항노화 작용 및 항암 등의 효과를 얻을 수 있는 system과 연관되므로 생화학적으로 중요한 의미를 가진다고 할 수 있다[31]. 말오줌나무 잎 추출물의 XOase 저해효과를 측정된 결과, Table 2에서와 같이 50-200 µg/mL의 phenolic을 함유한 물과 에탄올 추출물에서 각각 42.11-100와 35.61-100%의 매우 우수한 저해 효과를 나타내었으며, positive control로 사용한 통풍억제 처방약인 allopurionol이 50-200 µg/mL의 처리농도에서 59.90-70.37%를 나타낸 것에 비해 말오줌나무 잎 추출물이 매우 우수한 저해 효과를 나타내었으며, 백련 추출물[32] 및 산사자 추출물[33]의 XOase 저해 효과가 각각 20%와 10%이라는 연구결과에 비해, 말오줌나무 잎 추출물의 통풍 억제 효과가 매우 우수하여 통풍 치료를 위한 기능성 식품소재로 활용이 가능성이 매우 높은 자원으로 판단되었다.

HAase 억제 효과

진피층의 섬유아세포에서 산출되는 고분자 다당인 hyaluronic acid (HA)는 피부 표피층 및 진피층에 존재하는 매우 중요한 세포의 매트릭스로서 점액성을 나타내는 mucopolysaccharide이다. HA는 피부에서의 역할 이외에도 염증 형성에 관여하는 macrophage의 phagocytic ability를 저해하며, HA가 분해되어 생성되는 분해산물 또는 저분자 HA 등은 인체가 손상을 입은 이후 상처가 치유되는 중간과정에서 염증을 증가시키는 것으로

알려져 있다. 따라서 천연물에 의한 HAase의 저해는 HA의 고분자 형태가 손상되지 않게 유지시켜 줌으로서 염증 억제 효과가 발생되게 된다[34]. 말오줌나무 잎 추출물의 HAase 저해 효과를 측정된 결과 Table 3에서와 같이 대조구로 적용시킨 vitamin C는 200 µg/mL의 phenolic을 함유한 농도에서 약 14%의 HAase 저해 효과가 나타났으나 말오줌나무 잎 추출물은 200 µg/mL의 phenolic을 함유한 농도에서 물 추출물과 에탄올 추출물이 각각 25.35±0.41와 43.38±2.26%의 HAase 저해활성을 나타내어 항염증 효과나 아토피 억제효과를 기대하기 위한 기능성 물질로서의 효능가치도 있을 것이라 판단되었다.

항균활성 측정

H. pylori, *S. aureus*, *E. coli*, *P. acnes* 및 *S. mutans*에 대한 말오줌나무 잎 추출물의 항균활성을 측정된 결과 Table 4에서와 같이 위, 십이지장궤양 원인균인 *H. pylori*와 병원성 대장균인 *E. coli*에 대한 항균효과는 나타나지 않았다. *P. acnes*는 피부상재균으로서 인간의 피부에 존재하는 세균으로 피부 상태가 불결해지거나 모공이 막히는 경우 번식하여 모공 입구를 막고 낭종을 형성하여 여드름을 유발하게되는 여드름 유발 세균이다. *P. acnes*에 대한 말오줌나무 잎 추출물의 생육 저해환을 확인한 결과 *P. acnes*에 대한 항균효과는 물 추출물에서만 200 µg/100 µL의 농도일 때, 1.4 mm의 넓은 저해환을 확인할 수 있어 적절한 농도라면 적용한다면 항여드름 효과가 우수할 것으로 판단되었다. *S. aureus*는 공기, 토양 등이 자연계의 광범위하게 분포하고 있어 식품에 쉽게 오염되어 식중독을 일으키는 원인균인 *S. aureus*에 대한 말오줌나무 잎 추출물의 생육 저해환을 확인한 결과 *S. aureus*에 대한 항균효과는 물 추출물에서만 50-200 µg/100 µL의 농도에서 각각 0.7-1.2 mm의 저해환을 확인할 수 있었다. 충치생성의 원인균인 *S. mutans*에 대한 말오줌나무 잎 추출물의 항균효과는 50-200 µg/100 µL의 농도 범위에서 물 추출물과 에탄올 추출물 모두에서 항균효과가 나타났으며, 각각 0.9-1.3와 0.75-1.1 mm의 저해환을 확인할 수 있었다. 말오줌나무 잎 추출물의 항균활성은 추출물의 phenolic compound에 의해 농도 의존적으로 높은 항균활성을 나타내었으며, 충치균인 *S. mutans*와 식중독균인 *S. aureus*에 및 여드름균인 *P. acnes*에 대한 우수한 항균 소재로 활용이 가능할 것으로 판단되었다. 이상의 결과로 볼 때 말오줌나무는 고혈압억제, 통풍억제 및 염증억제 작용 등의 생리활성 및 *S. mutans*와 *S. aureus* 및 *P. acnes*에 대한 항균활성이 우수한 것으로 나타나 말오줌나무를

Table 4 Antimicrobial activity *S. sieboldiana* var. *pendula* leaf phenolics

	Clear zone (cm)									
	Phenolic contents (µg/100 µL)									
	Water extract					50% EtOH extract				
	0	50	100	150	200	0	50	100	150	200
<i>H. pylori</i>	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>P. acnes</i>	ND	ND	ND	ND	1.4	ND	ND	ND	ND	ND
<i>S. aureus</i>	ND	0.7	0.9	1.0	1.2	ND	ND	ND	ND	ND
<i>E. coli</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>S. mutans</i>	ND	0.9	1.0	1.1	1.3	ND	0.75	0.9	1.0	1.1

¹⁾ND is not detected

이용한 기능성 식품 소재로서 적용할 수 있으리라 생각되었다.

초 록

말오좁나무 잎 추출물의 생리활성 및 항균활성을 측정된 결과, 말오좁나무 잎 추출물의 생리활성은 말오좁나무 잎 추출물에 함유되어있는 phenolic 성분들에 의해 효과가 발현되는 것으로 판단되었다. 말오좁나무 잎으로부터 생리활성에 관여하는 phenolic 화합물을 물과 에탄올로 추출하였을 때 각각 11.60 ± 0.18 과 12.39 ± 0.07 mg/g의 함량을 나타내었다. 말오좁나무 잎의 ACE 저해 활성은 50-200 μ g/mL의 phenolic을 함유한 물과 에탄올 추출물에서 각각 71.94-92.08와 48.42-78.33%의 저해 활성이 측정되었으며, 농도의존적인 양상을 나타내었다. 말오좁나무 잎 추출물의 XOase에 대한 추출물의 저해 활성은 50-200 μ g/mL의 phenolic을 함유한 물과 에탄올 추출물에서 각각 42.11-100와 35.61-100%의 매우 우수한 저해효과를 나타내었다. 말오좁나무 잎 추출물에 대한 HAase 저해활성은 200 μ g/mL의 phenolic을 함유한 농도에서 물과 에탄올 추출물이 각각 25.35 ± 0.41 와 43.38 ± 2.26 %의 HAase 저해활성을 나타내었다. 말오좁나무 잎 추출물의 항균활성은 충치균인 *S. mutans*와 식중독균인 *S. aureus* 및 여드름균인 *P. acnes*에 대한 우수한 항균 효과를 나타내었다. 따라서 말오좁나무는 고혈압억제, 통풍억제 및 염증억제 작용 등의 생리활성 및 *S. mutans*와 *S. aureus* 및 *P. acnes*에 대한 항균활성이 우수한 것으로 확인되어 말오좁나무를 활용한 기능성 식품 소재로서 산업화에 활용할 수 있을 것으로 생각되었다.

Keywords Anti-gout · Anti-hypertension · Anti-inflammation · Anti-microorganism · *Sambucus sieboldiana* var. *pendula*

References

- Choi MS, Yang JK (2008) Industrial potentiality of wild edible greens. *J Food Res Technol* 21: 1–7
- Lee YS, Joo EY, Kim NW (2005) Antioxidant activity of extracts from the *Lespedeza bicolor*. *Korean J Food Preserv* 12: 75–79
- Seo SJ, Shim KB, Kim NW (2011) Antioxidant effects of solvent fraction from *Nandina domestica* fruits. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1371–1377
- Kim JH, Kim MK (1999) Effect of dried leaf powders and ethanol extracts of *perilla frutescens*, *artemisia princeps* var *orientalis* and *Aster scaber* on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J Nutr* 32: 540–551
- Han IA (2010) A study on the antibacterial and antioxidative effects of each fraction of *Ligularia stenocephala*, *Ligularia fischeri*, and *Aster scaber* extracts. Dissertation, Chungnam National University
- Jeong HR, Choi K, Park GW (2012) The regional folk plants in southern inland area of Gyeonggi-do. *Korean J Plant Res* 25: 523–542
- Chung GY, Park MS, Nam BN, Hong KN, Jang J, Lee CH (2010) The regional folk plants in inland of Gyeongsangbuk-do (I). *Korean J Plant Res* 23: 465–479
- Im HT, Hong HH, Son HD, Park MS, Nam BM, Kwon BK, Lee CH, Chung GY (2011) The usage of regional folk plants in Gyeongsangnam-do. *Korean J Plant Res* 24: 419–429
- Chung GY, Park MS, Nam BN, Jeong DH, Lee CH, Shin YH, Kim HJ, Kang SH (2011) The folk plants in southern region of Gangwon-do. *Korean J Plant Res* 24: 379–394
- Kim KA, Han JS, Cheon KS, Jang JH, Ok GH, Yoo KO (2012) Folk plants in the inland of northern area in Gangwon-do. *Korean J Plant Res* 25: 48–62
- Lee CB (2014) Coloured flora of Korea. Hyang mun publishing, Seoul
- Lee SJ (1966) Korean folk medicine. Publishing center of Seoul National University, Seoul
- Park JH (1993) Studies on the origin of Korean folk medicine. *Korean J Pharmacogn* 24(4): 322–327
- Park JH, Keon DK, Do WI (2006) Pharmacognostical studies on the “jeob gol mog”. *Korean J Pharmacogn* 37(2): 120–123
- Chae JW, Cho YJ (2012) Antioxidative activity of extracts from *Sambucus williamsii* var. *coreana*. *Korean J Plant Res* 25(4): 363–371
- Lee DG, Kim EJ, Lee ES, Wang Kh, Cho HS, Lee SD, Kim KS, Kim KH (2012) Effect of suppressing the activation of macrophage migration inhibitory factor by *Sambucus williamsii* HANCE Extract & Pharmacopuncture Solution on Type II collagen-induced arthritis. *J Korean Acupuncture & Moxibustion Society* 29(1): 103–113
- Yoo HK, Jeong JH (2000) The Effect of *Sambucus williamsii* Hance(SWH) on Osteoporosis induced by Ovariectomy in rats. *J orient Gynecology* 13(1): 262–302
- Kim KT (2013) Antioxidant activity and protective effects of extracts from *Sambucus williamsii* var. *coreana* on *t*-BHP induced oxidative stress in Chang cells. *J Soc Korean Med Diagnostics* 17(3): 275–286
- Kim HJ, Lee DJ, Ku JJ, Choi K, Park KW, Kang SH, Moon C, Lee PJ (2013) Anti-inflammatory effect of extracts from folk plants in Ulleung island. *Korean J Plant Res* 26(2): 16–177
- Lim HI, Chang KS, Lee HS, Chang CS, Kim H (2009) A reappraisal of *Sambucus pendula* Nakai on Ulleung island and its allies. *Korean J Pl Taxon* 39(3): 181–192
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239–249
- Bliss MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199–1200
- Cushman DW, Cheung HS, Sabo EF, Ondetti MA (1977) Design of potent competitive inhibitors of angiotensin-converting enzyme. Carboxyl alkanoyl and mercaptoalkanoyl amino acids. *Biochem* 16: 5484–5492
- Stripe F, Corte ED (1969) The regulation of rat liver xanthine oxidase activity. *J Biol Chem* 244: 3855–3862
- Choi SI, Lee YM, Heo TR (2003) Screening of hyaluronidase inhibitory and free radical scavenging activity *in vitro* of traditional herbal medicine extracts. *Korean J Biotech Bioeng* 18: 282–288
- Ju IS, Cho YJ (2009) Purification and identification of phenol compounds with inhibitory activity on *Helicobacter pylori* from *Rhododendron mucronulatum* Flos. extracts. *Korean J Life Sci* 19: 1125–1131
- Choi HS, Kim MG, Shin JJ, Pack JM, Lee JS (2003) The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 723–727
- Choi WH, Park WY, Hwang BY, Oh GJ, Kang SJ, Lee KS (1998) Phenolic compounds from the stem bark of *Cornus walteri* Wnager. *Korean J Pharmacogn* 29: 217–223
- Oh SJ, Kim SK, Bake YJ, Cho KH (1997) Angiotensin I converting enzyme inhibitory activity of the K-casein fragments hydrolyzed by chymotrypsin, pepsin and trypsin. *Korean J Food Sci Technol* 29: 1316–1318
- Oh SJ, Lee JH, Ko KS, Shin DB, Koh CS (2010) Antioxidative activity, including inhibitory activities of ACE, APN and α -amylase, in theaceae plants native to jeju island. *Korean J Plant Res* 23: 406–414
- Hatano T, Yasuhara T, Yoshihara R, Ikegami Y, Matsuda M, Yazaki K, Agata I, Nishibe S, Noro T, Yoshizaki M (1991) Inhibitory effects of galloylated flavonoids on xanthine oxidase. *Planta Med* 57: 83–84
- Lee JY, Yu MR, An BJ (2010) Comparison of biological activity between *Nelumbo nucifera* G. extracts and cosmetics adding *Nelumbo*

- nucifera* G. J Life Sci 8: 1241–1248
33. An BJ, Kang BY, Lee JT (2002) Development of cosmetic material from Korea *Crataegi fructus* extract. Korean J Herbology 17: 39–50
34. Ghosh P (1994) The role of hyaluronic acid (hyaluronan) in health and disease: interactions with cells, cartilage and components of synovial fluid. Clin Exp Rheumatol 12: 75–82

RETRACTED