

가죽나무(*A. altissima*) 부위별 에탄올 추출물의 생리활성

이 양 숙

대구한의대학교 한방생약자원학과

Physiological Activities of Ethanol Extracts from Different Parts of *Ailanthus altissima*

Yang-Suk Lee

Dept. of Herbal Biotechnology, Daegu Haany University, Gyeongbuk 712-715, Korea

Abstract

The study was carried out to optimize the electron donating ability (EDA), superoxide dismutase (SOD)-like activity, nitrite scavenging ability, and the inhibitory activities of xanthine oxidase and tyrosinase of *Ailanthus altissima* ethanol extracts from roots, stems and leaves. The EDA of the roots and stem extracts were 64.04% and 63.27% at 1,000 µg/mL, respectively. The SOD-like activity of the leaves extract was the highest (50.00%) at 1,000 µg/mL. The nitrite scavenging ability of the leaves extracts was over 98% at pH 1.2 and 3.0. The xanthine oxidase inhibitory rates of the extracts were 93.62%~95.40% and the tyrosinase inhibitory rate of the roots was the highest (62.01%) at the concentration of 1,000 µg/mL. These results indicated that the roots extract showed the highest EDA and tyrosinase inhibition, while the leaves extract had the highest SOD-like activity and nitrate scavenging ability.

Key words: *Ailanthus altissima*, electron donating ability, superoxide dismutase like activity, nitrite scavenging ability, xanthine oxidase inhibition, tyrosinase inhibition

서 론

최근 biomedical science 분야에서 free radical이 다양한 질병의 원인으로 알려져 있다(1,2). 이것은 강한 산화력으로 생명체에 치명적인 산소 독성을 일으키며, 동맥경화, 당뇨, 뇌졸중, 자가 면역질환, 세포노화, 암 등과 같은 각종 질병과 DNA합성 억제, 광합성 저해, 염록체 파괴 등의 심각한 생리적 장애를 일으킨다(1-4). 특히 생체막의 불포화 지방산을 산화시켜 지질과 산화물의 축적과 조직의 과산화적 손상을 초래함으로써 생체기능의 저하와 노화, 성인병 등을 유발하는 것으로 보고되어 있다(2,5). 그러므로 생체내의 free radical 생성을 억제 또는 감소시키는 것이 질병 예방을 위한 중요한 과제 중 하나이다.

한방생약자원은 관련 질환의 총체적 치료 또는 예방의 용도로 처방, 이용되어 왔으나 효능의 과학적 근거를 명확히 제시하지 못하여 상대적으로 그 활용도가 낮았다. 그러나 대체의학에 대한 관심이 높아지면서 동양의학에서 주로 이용되던 한방생약자원에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(6,7).

가죽나무(*Ailanthus altissima*)는 소태나무과(Simaroubaeae)의 낙엽성 교목으로서 가죽나무라고 불리기도 하며

전국 각지에 야생하며 목재용이나 가로수, 관상용으로 식재하기도 한다(8). 잎은 저엽(樗葉), 종자는 봉안초(鳳眼草)라 하며 근피는 저근피(樗根皮), 수피를 저백피(樗白皮)라 하고, 뿌리나 주피를 제거한 수피를 건조한 것을 저피(樗皮) 또는 저근백피(樗根白皮)라 하며 한방생약재로 사용한다(9,10). 일반적으로 가죽나무로 불리는데, 이른 봄에 잎의 새순을 부각이나 산채나물 등 식재료로 이용되는 식물은 멀구슬나무과(Meliaceae)의 참죽나무(*Cedrela sinensis* A.)이며, 가죽나무(*A. altissima*)와는 구별되는 식물이다(8,11). 가죽나무의 한방학적 효능으로는 맛은 쓰고 성질은 서늘하며 열을 내리고 습을 없애며, 설사와 출혈을 멎추게 하여 이질, 혈변 등의 지사 및 지혈제로 사용되며 산후출혈, 장출혈, 위궤양 등의 치료에도 사용한다. 또한 가죽나무의 뿌리인 저근백피는 수렴작용, 항균, 항바이러스, 소염, 살충작용이 있는 것으로 알려져 있다(12-15). 민간에서도 신경통, 이질과 대하증, 지사제 그리고 살충제 등의 목적으로 사용한다(16).

가죽나무에 함유되어 있는 성분으로는 3,4,5-trimethoxyphenol, *p*-coumaric acid, vanillin, vanillic acid 등과 같은 페놀성 물질과 5,7-dihydroxychromone-7-neohesperidoside, naringin 등의 flavonoid 화합물(17), meroisin, tannin phlobaphen 등과 ailanthone, amarolide, acetylamarolide 등

이 분리, 동정되었다(18). 이들 성분들의 생리학적 활성과 관련하여 항균성(19,20), 간기능 향상(12), 급성 림프성 백혈병에 대한 항암 효과(21,22) 및 세포주기조절(23) 등의 활성을 나타내며, Chang 등(24)은 70.76%의 virus cell fusion 저해 활성을 나타낸다고 보고하였다. 또한 Ko와 Chung(25)은 향료자원으로 이용하기 위해 종자유의 성분 및 성상에 대해 연구한 바 있다.

이와 같이 특유의 유용성분과 다양한 폐놀성 물질 및 flavonoids를 함유하고 있음에도 불구하고 가죽나무의 생리활성에 관한 연구는 이루어진 바 없다. 따라서 본 연구에서는 한방생약자원의 식품학적, 약리학적 기능성 탐색과 개발을 위한 연구의 일환으로 가죽나무의 부위별 에탄올을 추출물에 대한 전자공여능, SOD 유사활성능, 아질산염 등을 분석하고 xanthine oxidase와 tyrosinase 저해 활성을 측정하여 가죽나무에 대한 생리학적 활성에 대하여 조사하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험 재료인 가죽나무(*A. altissima*)의 뿌리는 2006년 7월 대구 약령시장에서 한방재료로 판매되는 저근백피를 구입, 사용하였으며, 줄기와 잎은 2006년 7월에 경남 남해군 설천면 남양리 야산에서 채집하여 세척한 후 물기를 제거하고 음건하여 -75°C에서 보관하면서 실험 재료로 사용하였다.

추출물 제조

가죽나무의 뿌리와 줄기, 잎은 환류냉각판을 부착시킨 등근플라스크에 시료 100 g에 1 L의 70% 에탄올을 넣고 60°C의 수욕 상에서 3시간씩 3회 반복 추출하였다. 모아진 추출액은 filter paper로 여과한 다음, rotatory vacuum evaporator (Eyela 400 series, Japan)로 감압농축한 후에 동결건조(FD 5510 SPT, Ilshin, Korea)하여 분말로 제조하였으며, 추출물은 일정 농도로 중류수에 희석하여 실험 시료로 사용하였다.

전자공여능 측정

가죽나무 부위별 에탄올 추출물의 전자공여능 측정은 Blois의 방법(26)에 준하여 각 부위별 추출물의 DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 일정 농도의 시료 2 mL에 2×10^{-4} M DPPH 용액(dissolved in 99% ethanol)을 1 mL 가지고 혼합하여 37°C에서 30분간 반응시켰다. 이 반응액을 517 nm에서 흡광도를 측정하였으며 전자공여능은 시료 첨가 전·후의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

SOD 유사활성 측정

SOD 유사활성은 Marklund과 Marklund(27)의 방법에 따라 과산화수소(H₂O₂)로 전환시키는 반응을 촉매하는 py-

rogallol의 생성량을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 일정 농도의 시료 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 tris-HCl buffer[50 mM tris(hydroxymethyl)amino-methane + 10 mM EDTA, pH 8.5] 2.6 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여 25°C에서 10분간 반응 후, 1 N HCl 0.1 mL를 가하여 반응을 정지시켰다. 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양은 420 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도의 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

아질산염 소거능 측정

가죽나무 에탄올 추출물의 아질산염(NaNO₂) 소거 작용은 Kato 등(28)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 1 mM의 NaNO₂ 용액 2 mL에 일정 농도의 가죽나무 추출물을 첨가하고, 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2)과 0.2 M citrate buffer를 사용하여 반응용액의 pH를 각각 1.2, 3.0, 6.0으로 조정한 다음, 반응용액의 부피를 10 mL로 하여 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 각각 1 mL씩 취하였다. 여기에 2% acetic acid를 5 mL를 첨가하고, griess reagent(A:B=1:1, A: 1% sulfanilic acid in 30% acetic acid, B: 1% naphthylamine in 30% acetic acid) 0.4 mL 첨가하여 혼합 후, 실온에서 15분간 반응시켰다. 반응시킨 시료를 520 nm에서 흡광도를 측정하였고, 대조구는 griess reagent 대신 중류수 0.4 mL를 위하여 상기와 동일한 방법으로 측정하여 시료 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

Xanthine oxidase 저해 활성

Xanthine oxidase 저해 활성 측정은 Stirpe와 Della Corte(29)의 방법에 따라 실시하였다. 각 시료용액 0.1 mL와 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5) 0.6 mL에 xanthine 2 mM을 녹인 기질액 0.2 mL를 첨가하였다. 여기에 xanthine oxidase(0.2 U/mL) 0.1 mL를 가하여 37°C에서 5분간 반응시킨 후 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 정지시킨 후, 반응액 중에 생성된 uric acid를 흡광도 292 nm에서 측정하였다. 가죽나무 에탄올 추출물에 대한 xanthine oxidase 저해 활성은 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 백분율(%)로 나타내었다.

Tyrosinase 저해 활성

가죽나무 추출물의 tyrosinase 저해 활성은 Yagi 등(30)의 방법에 따라 측정하였다. 0.175 M sodium phosphate buffer(pH 6.8) 0.5 mL에 10 mM L-DOPA를 녹인 기질액 0.2 mL와 시료용액 0.1 mL를 혼합한 용액에 mushroom tyrosinase(110 U/mL) 0.2 mL 첨가하여 25°C에서 2분간 반응시킨 후, 생성된 DOPA chrome을 흡광도 475 nm에서 측정하였다. Tyrosinase 저해 활성은 시료의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 백분율(%)로 나타내었다.

통계처리

본 실험은 독립적으로 3회 이상 반복 실시하여 실험결과

Table 1. Electron donating ability of ethanol extracts obtained from *A. altissima* (%)

Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	Roots	Stems	Leaves
100	24.71 \pm 1.41 ^{1)Cb2)}	46.43 \pm 1.76 ^{Ba}	6.92 \pm 1.38 ^{Cc}
300	48.21 \pm 1.50 ^{Bb}	61.45 \pm 0.74 ^{Aa}	10.49 \pm 1.44 ^{Bc}
500	66.25 \pm 0.95 ^{Aa}	62.78 \pm 0.26 ^{Ab}	11.07 \pm 1.73 ^{Bc}
1,000	64.04 \pm 1.82 ^{Aa}	63.27 \pm 0.37 ^{Aa}	17.47 \pm 1.71 ^{Ab}

¹⁾All value presents the mean \pm SD of triplicate determinations.

²⁾Value with different capital and small letters in superscripts within the same column and row are significantly different at $p<0.01$ by Duncan's multiple range test.

를 평균 \pm 표준편차로 나타내었다. 실험군내의 농도에 따른 유의성을 검정하기 위하여 SPSS 12.0 for Windows를 이용하여 ANOVA test를 행한 후, 유의성이 있는 경우 실험군간에 $p<0.01$ 과 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결 과

전자공여능

전자공여 작용을 측정하는 DPPH는 비교적 안정된 free radical로서 cysteine, glutathione과 같은 항산화 아미노산과 ascorbic acid, BHA 등에 의해 환원되므로 다양한 추출물로부터 항산화 활성을 측정하는데 유용하다(31). 가죽나무 부위별 에탄올 추출물에 대한 전자공여능을 농도에 따라 측정한 결과 뿌리 > 줄기 > 잎의 순으로 나타났으며(Table 1), 가죽나무의 부위 및 농도에 따른 유의적 차이가 있었다 ($p<0.01$). 100 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서는 6.92% ~ 46.43%이었으며, 300 $\mu\text{g/mL}$ 에서는 10.49% ~ 61.45%, 500 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서는 11.07% ~ 66.25%로 뿌리 추출물이 잎 추출물보다 약 6배 이상 높았고, 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서는 잎 추출물은 17.47%이었으며, 뿌리와 줄기 추출물은 64.04%와 63.27%로 유사한 활성을 나타내었다.

본 실험결과는 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 뜰보리수 열매의 에탄올 추출물이 85% 이상의 전자공여능을 나타낸다는 결과(32)와 Kim 등(33)의 솔잎과 녹차 에탄올 추출물의 84.4%와 74.9%라는 결과와 비교하면, 가죽나무의 전자공여능은 낮았다. 그리고 약용식물 베탠을 추출물의 전자공여능을 측정한 Moon 등(34)의 작약(88.87%), 계피(86.77%), 인진호(75.78%) 등과 비교하여도 가죽나무 추출물의 전자공여능이 낮았으나, 감초(39.26%), 갈근(18.36%), 광향(34.37%), 박하(26.27%)보다는 가죽나무의 뿌리와 줄기의 에탄올 추출물이 더 높은 전자공여효과를 나타내었다. 또한 활나무의 줄기 에탄올 추출물이 12.29%이며 잎 추출물은 13.76%라는 Kang 등(35)의 결과보다는 약 5배 높은 활성을 나타내었다. 이상의 결과에서 한방생약재로 사용되는 가죽나무의 뿌리 이외에 줄기에서도 유사한 전자공여능을 나타내므로 항산

Table 2. Superoxide dismutase like activity of ethanol extracts obtained from *A. altissima* (%)

Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	Roots	Stems	Leaves
100	1.21 \pm 0.91 ^{1)Cb2)}	1.36 \pm 0.04 ^b	45.22 \pm 1.10 ^{Ba}
300	2.62 \pm 1.06 ^{Bb}	4.69 \pm 0.43 ^b	47.79 \pm 1.84 ^{ABa}
500	4.73 \pm 0.76 ^{Bb}	6.67 \pm 1.92 ^b	49.14 \pm 1.49 ^{Aa}
1,000	10.07 \pm 1.52 ^{Ab}	7.66 \pm 1.54 ^b	50.00 \pm 0.97 ^{Aa}

¹⁾All value presents the mean \pm SD of triplicate determinations.

²⁾Value with different capital and small letters in superscripts within the same column and row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

화 활성을 가진 천연 재료로서 활용가치가 높을 것으로 기대된다.

SOD 유사활성

가죽나무의 부위별 에탄올 추출물을 농도에 따라 SOD 유사활성능을 측정한 결과 잎 > 뿌리 > 줄기 순으로 활성을 나타내었으며(Table 2), 잎에서는 45.22% ~ 50.00%, 뿌리 1.20% ~ 10.07%로 농도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으며($p<0.05$), 줄기에서는 1.36% ~ 7.66%로 농도에 따른 유의적인 차이는 없었다. 잎 추출물은 100 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 45.22%로 뿌리와 줄기보다 높았으며 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서도 5배 이상 높은 활성을 나타내는 것으로 분석되었다.

본 실험결과를 산사자 에탄올 추출물이 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 12%의 활성을 나타낸다는 결과(36)와 뜰보리수 열매의 에탄올 추출물이 27.74%라는 결과(32)와 비교하면 가죽나무 잎의 SOD 유사활성능이 약 1.9 ~ 4배 이상 높았다. 그리고 Kim 등(37)의 음양과 물 추출물이 42.4%라는 결과와 오가피(24.2%), 갈근(12.4%), 당귀(11.6%) 등의 결과와 비교하면 가죽나무 뿌리와 줄기의 활성이 낮았으나 잎은 높은 SOD 유사활성을 나타내었다. 한편 뿌리와 줄기보다 잎 추출물이 매우 높은 SOD 유사활성을 나타낸다는 결과는, Kwon 등(38)의 폴리페놀의 함량이 높을수록 SOD의 유사활성이 증가한다는 보고와 폴리페놀이 SOD 활성에 많은 영향을 준다는 기존의 연구결과들(38-41)에 근거하면, 가죽나무의 잎이 한방생약자원으로 사용되고 있는 뿌리와 줄기보다 많은 폴리페놀을 함유하고 있는 것으로 판단되며, 기존에 보고된 여러 천연물보다 높은 SOD 유사활성 효과를 나타내므로 가능성 항산화 제품으로 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

아질산염 소거능

가죽나무의 각 부위별 에탄올 추출물을 pH 1.2, 3.0, 6.0의 조건에서 100 ~ 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 아질산염 소거능을 측정한 결과는 Table 3에 나타낸 것과 같이 잎 > 줄기 > 뿌리의 순이었으며, 모든 추출물에서 농도가 증가함에 따라 아질산염 소거능도 유의적으로 증가하였다($p<0.01$).

pH 1.2의 조건 하에서 잎 추출물은 55.64% ~ 98.58%이었으며, 줄기 추출물에서는 15.18% ~ 56.25%, 그리고 뿌리 추

Table 3. Nitrite scavenging effects of ethanol extracts obtained from *A. altissima*

		Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	Roots	Stems	Leaves	(%)
pH 1.2	100	6.31 \pm 1.41 ¹⁾²⁾	15.18 \pm 1.34 ^{Cb}	55.64 \pm 0.11 ^{Da}		
	300	11.95 \pm 0.42 ^{Cc}	16.17 \pm 2.64 ^{Cb}	75.22 \pm 0.11 ^{Ca}		
	500	26.43 \pm 1.09 ^{Bc}	33.18 \pm 0.79 ^{Bb}	97.66 \pm 0.11 ^{Ba}		
	1,000	45.77 \pm 0.90 ^{Ac}	56.25 \pm 0.24 ^{Ab}	98.58 \pm 0.18 ^{Aa}		
pH 3.0	100	0.21 \pm 0.18 ^{Bc}	9.15 \pm 0.92 ^{Db}	41.05 \pm 0.10 ^{Da}		
	300	1.17 \pm 0.46 ^{BCc}	12.44 \pm 1.41 ^{Cb}	56.13 \pm 0.37 ^{Ca}		
	500	3.20 \pm 1.42 ^{ABc}	22.51 \pm 0.37 ^{Bb}	92.99 \pm 0.20 ^{Ba}		
	1,000	4.58 \pm 0.88 ^{Ac}	34.41 \pm 0.43 ^{Ab}	98.94 \pm 0.78 ^{Aa}		
pH 6.0	100	NA ³⁾	NA	NA	1.09 \pm 0.89 ^C	
	300	NA	NA	NA	1.03 \pm 0.25 ^C	
	500	NA	1.09 \pm 0.17 ^b	2.72 \pm 0.76 ^{Ba}		
	1,000	NA	2.01 \pm 0.17 ^b	4.41 \pm 0.57 ^{Aa}		

¹⁾All value presents the mean \pm SD of triplicate determinations.²⁾Value with different capital and small letters in superscripts within the same column and row are significantly different at $p < 0.01$ by Duncan's multiple range test.³⁾NA is not activated.

출물은 6.31%~45.77%로 잎 추출물은 500 $\mu\text{g/mL}$ 이상의 농도에서도 97% 이상의 높은 소거효과가 나타나었다. pH 3.0의 조건에서도 잎 추출물은 41.05%~98.94%로 뿌리와 줄기보다 높았으며, 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서도 98.94%로 pH 1.2와 유사한 소거효과가 나타났다. pH 6.0에서는 뿌리 추출물과 저농도의 줄기 추출물에서는 소거효과가 없었으며, 잎 추출물도 1.09%~4.41%로 매우 낮은 아질산염 소거능을 나타내었다.

pH 1.2의 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 솔잎과 녹차의 에탄올 추출물이 95%의 소거작용을 나타낸다는 Kim 등(33)의 결과와 짜리의 에탄올 추출물이 99.53%로 보고한 Lee 등(40)과 비교하여 잎 추출물은 비슷한 소거효과를 나타내었으나 뿌리와 줄기는 낮았다. 또한 약용식물의 메탄올 추출물에 대한 아질산염 소거능을 측정한 Moon 등(34)의 계피(89.47%), 감초(68.52%), 당귀(52.72%), 천궁(50.95%), 식방풍(41.87%) 등의 결과와 비교하면 가죽나무의 잎 추출물보다 낮았다. 그리고 Kim 등(42)의 pH 1.2의 조건에서 하수오, 행인, 오미자, 팽이버섯 등이 20% 이하의 아질산염 소거능을 나타내었다는 보고와 비교하면 가죽나무는 높은 아질산염 소거작용을 나타낸다고 할 수 있다.

pH의 변화에 따른 효과에서는 세 가지 추출물 모두 pH 1.2에서 높은 소거효과를 나타내어 pH가 낮을수록 높은 아질산염 소거능을 나타낸다는 Lee 등(40)과 Kim 등(42)의 결과와도 일치하였다. 아질산염은 식품 중에 존재하는 amine류와 반응하여 pH가 낮은 조건에서 발암물질인 nitrosamine을 쉽게 생성하는 것으로 알려져 있으므로(43) 가죽나무 잎의 에탄올 추출물을 아질산염이나 아민이 함유된 식품과 함께 섭취 및 가공시 더욱 효과적으로 nitrosamine의 생성을 억제하며 동시에 높은 산화방지 효과도 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

Xanthine oxidase 저해

Xanthine oxidase는 체내에서 urea을 생성하여 염증 및

심한 통증을 동반하는 통풍을 일으키며, 신장에 침착시 신장 질환을 유발하는 효소이다(44,45). 가죽나무의 부위별 에탄올 추출물을 100 $\mu\text{g/mL}$ ~2,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도로 xanthine oxidase 저해 활성을 측정한 결과, 뿌리 추출물은 41.95%~95.40%였으며, 줄기 추출물은 32.98%~93.62%, 그리고 잎 추출물은 75.71%~94.62%로 추출물의 농도가 증가함에 따라 xanthine 저해 작용도 유의적으로 증가하였다($p < 0.01$) (Table 4). 모든 추출물은 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 이상의 농도에서 90% 이상의 높은 xanthine oxidase 저해 효과를 나타내었으며 추출물간의 유의적 차이는 없었다.

Lee 등(41)이 짜리의 에탄올 추출물이 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 79.70%라는 보고와 율피의 에탄올 추출물이 63%이라는 Jung 등(46)의 결과와 비교하면 가죽나무의 저해율이 높았으며 또한 Yeo 등(47)의 녹차와 홍차 등이 78.7%~82.9%라는 결과보다 높았다. 그러므로 가죽나무는 xanthine oxidase 저해 활성이 높은 것으로 판단되며 수렴작용, 소염작용 및 신경통 등에 효과가 있는 것으로 생각된다.

Tyrosinase 저해

Melanine 생합성 과정의 중요 효소로서 피부노화 및 손상을 초래하며 식품의 갈변화 작용과 관련된 tyrosinase의 가

Table 4. Xanthine oxidase inhibition activity of ethanol extracts obtained from *A. altissima* (%)

Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	Roots	Stems	Leaves
100	41.95 \pm 1.99 ¹⁾²⁾	32.98 \pm 2.13 ^{Bc}	75.71 \pm 0.98 ^{Ca}
500	81.61 \pm 3.59 ^{Bb}	87.23 \pm 2.13 ^{Aab}	89.27 \pm 2.59 ^{Ba}
1,000	91.95 \pm 0.99 ^{Aa}	90.07 \pm 2.46 ^{Aa}	93.22 \pm 1.70 ^{ABA}
2,000	95.40 \pm 1.99 ^{Aa}	93.62 \pm 3.69 ^{Aa}	94.62 \pm 0.00 ^{Aa}

¹⁾All value presents the mean \pm SD of triplicate determinations.²⁾Value with different capital and small letters in superscripts within the same column and row are significantly different at $p < 0.01$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Tyrosinase inhibition activity of ethanol extracts obtained from *A. altissima* (%)

Concentration ($\mu\text{g/mL}$)	Roots	Stems	Leaves
100	57.70 \pm 0.35 ^{1)Ba2)}	2.10 \pm 0.92 ^b	2.87 \pm 0.45 ^{Cb}
500	60.32 \pm 0.20 ^{Aa}	2.55 \pm 0.62 ^c	3.67 \pm 0.30 ^{Cb}
1,000	61.34 \pm 0.51 ^{Aa}	3.70 \pm 0.86 ^c	6.74 \pm 1.69 ^{Bb}
2,000	62.01 \pm 0.51 ^{Aa}	4.05 \pm 1.05 ^c	11.94 \pm 1.34 ^{Ab}

1) All value presents the mean \pm SD of triplicate determinations.

2) Value with different capital and small letters in superscripts within the same column and row are significantly different at $p < 0.01$ by Duncan's multiple range test.

죽나무 추출물에 대한 저해 활성을 농도에 따라 측정한 결과 가죽나무의 줄기 추출물은 2.10%~4.05%이었으며, 잎 추출물은 2.87%~11.94%, 그리고 뿌리 추출물은 57.70%~62.01%를 나타내었다(Table 5). 뿌리 추출물은 100 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 줄기와 잎의 추출물보다 약 20배 이상 높았으며, 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서도 6배~20배 이상 높은 저해 활성을 나타내었다. 뿌리와 잎 추출물은 농도의 증가에 따라 tyrosinase 저해율도 유의적으로 증가하였으며($p < 0.01$), 줄기는 농도에 따른 유의적 차이가 없었다.

본 실험결과를 생약의 메탄올 추출물에 대한 tyrosinase 저해 활성을 측정한 Choi 등(48)이 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 창출, 진피, 반하의 저해율이 100%이며 마황은 96%라는 결과와 Jung 등(46)의 율피 에탄올 추출물이 87%를 나타낸다는 보고와 비교하면 가죽나무 추출물의 tyrosinase 저해율이 낮았다. 그러나 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 계피 47%, 산수유 28%, 갈근 25%, 그리고 산약에서 11%의 저해율을 나타내었다는 Choi 등(48)의 결과와 싸리 에탄올 추출물이 27.61%, 물 추출물에서는 12.96%라는 Lee 등(41)의 결과와 비교하면 가죽나무 뿌리 추출물의 저해율이 높았다. 따라서 한방생약 재료 사용되고 있는 가죽나무의 뿌리 에탄올 추출물은 기능성 화장품 원료 및 식품의 갈변화를 방지하는 기능성 제품에 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

한방생약자원으로 사용되는 가죽나무(*A. altissima*)의 생리학적 활성을 조사하고자 뿌리와 줄기, 잎을 에탄올을 용매로 추출하여 농도에 따라 전자공여능, SOD 유사활성, 아질산염 소거능을 측정하였으며, xanthine oxidase와 tyrosinase 저해 활성을 측정하였다. 전자공여능은 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 뿌리와 줄기 추출물이 64.04%와 63.27%이었으며, 잎 추출물은 17.47%를 나타내었다. SOD 유사활성은 7.66%~50.00%로 잎 추출물이 뿌리와 줄기에 비해 약 5배 이상 높았고, 아질산염 소거능에 있어서도 가죽나무 잎 추출물이 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 pH 1.2와 3.0에서 98% 이상의 높은 소거효과를 나타내었으며 500 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서도 90% 이-

상의 소거효과를 나타내었다. Xanthine oxidase 저해 활성은 1,000 $\mu\text{g/mL}$ 농도에서 뿌리와 줄기, 잎 추출물 모두에서 90% 이상의 저해율을 보였고, tyrosinase 저해는 2,000 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서 뿌리 추출물이 62.01%로 가장 높은 저해효과를 나타내었으며, 100 $\mu\text{g/mL}$ 의 농도에서도 57.70%의 저해 활성을 나타내었다. 그러므로 가죽나무는 한방생약자원으로 이용되는 뿌리(저근백피) 이외에도 잎은 높은 SOD 유사활성능과 아질산염 소거능을 나타내며 줄기에서도 뿌리보다 높은 전자공여능과 아질산염 소거능 및 유사한 xanthine oxidase 저해 활성을 나타내므로 유용한 한방생약자원인 것으로 판단된다.

문 헌

- Freeman BA, Grapo JD. 1982. Biology of disease; free radicals and tissue injury. *Lab Invest* 47: 412-426.
- Ames BN, Shigenaga MK, Hagen TM. 1993. Oxidants anti-oxidants and the degenerative disease of aging. *Proc Natl Acad Sci USA* 90: 7915-7922.
- Hammond B, Kontos A, Hess ML. 1985. Oxygen radicals in the adult respiratory distress syndrome, in myocardial ischemia and reperfusion injury, and in cerebral vascular damage. *Can J Physiol Pharmacol* 63: 173-187.
- McCord JM. 1987. Oxygen-derived radicals; a link between reperfusion injury and inflammation. *Fed Proc* 46: 2402-2406.
- Chance B, Sies H, Boveris A. 1979. Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiol Rev* 59: 527-605.
- Perry LM. 1980. *Medicinal Plants of East and Southeast Asia: Attributed Properties and Uses*. MIT Press, London. p 431.
- Nguyen MT, Awale S, Tezuka Y, Tran QL, Watanabe H, Kadota S. 2004. Xanthine oxidase inhibitory activity of Vietnamese medicinal plants. *Biol Pharm Bull* 27: 1414-1421.
- Lee TB. 1993. *Illustrated Flora of Korea*. 5th ed. Hyangmoonsa, Seoul, Korea. p 505-506.
- 구본홍. 1994. 동의보감 한글완역본(허준 저). 대중서판, 서울. p 555, 1456.
- 国家中医藥管理局編委會. 1999. 中華本草. 上海科學技術出版社, 上海. Vol 5, p 3-6.
- 최영전. 1992. 산나물 재배와 이용법. 오성출판사, 서울. p 206.
- Kim J, Kim HK, Park SW, Choi JW, Lee CK. 1994. Studies on the biological activities of the constituents of *Ailanthi cortex radicans* II. Acute and renal toxicity of chloroform fraction on epoxide hydrolyzing system in liver. *Kor J Pharmacogn* 25: 47-50.
- Kubota K, Fukamiya N, Tokuda H, Nishino H, Tagahara K, Lee KH, Okano M. 1997. Quassinooids as inhibitors of Epstein-Barr virus early antigen activation. *Cancer Letters* 113: 165-168.
- Pascual-villalobos MJ, Robledo A. 1998. Screening for anti-insect activity in mediterranean plants. *Industr Crops Prod* 8: 183-194.
- Jeong YM, Park SK, Lee KJ, Kim YM, Yun YG, Kim WS, Han DM, An WG, Yoon YS, Jeon BH. 2003. Effect of *Ailanthus altissima* on the apoptosis and cell cycle of HL-60 leukemia cell line. *Korean J Oriental Physiol Pathol* 17: 914-922.

16. 江蘇新醫學院. 1978. 中藥大辭典. 1st ed. 上海科學技術出版社, 上海. p 2587-2588.
17. Kazuya K, Katsuyoshi M, Kazuo K, Taichi O. 1994. Studies on the constituents of *Ailanthus integrifolia*. *Chem Pharm Bull* 42: 1669-1671.
18. Barakat HH. 1998. Chemical investigation of the constitutive phenolics of the structure of a new flavone glycoside gallate. *Nat Prod Sci* 4: 153-157.
19. Choo HK, Kim SK, Rho YS. 1984. Studies on antibacterial activities in *Ailanthus altissima* Swingle Tar. *Bull K H Pharma Sci* 12: 57-59.
20. Lee DG, Chang YS, Park YK, Haha KS, Woo ER. 2002. Antimicrobial effects of ocatillone isolated from stem bark of *Ailanthus altissima*. *J Microbiol Biotechnol* 12: 854-857.
21. Kim J, Lee CK. 1997. Studies on the biological activities of the constituents of *Ailanthi cortex radicis* III. Antitumor activities of dicholoromethane fraction. *Kor J Pharmacogn* 28: 54-58.
22. Hwang WG, Lee HC, Kim CK, Chun HJ, Jeung SI, Jeon BH. 2001. Induction of apoptosis in Jurkat T lymphocytes by extract of *Ailanthus altissima*. *Kor J Pharmacogn* 32: 274-279.
23. Hwang WG, Lee HC, Kim CK, Kim DG, Lee GO, Yun YG, Jeon BH. 2002. Effect of *Ailanthus altissima* water extract on cell cycle control genes in Jurkat T lymphocytes. *Yakhak Hoeji* 46: 18-23.
24. Chang YS, Moon YH, Woo ER. 2003. Virus-cell fusion inhibitory compounds from *Ailanthus altissima* Swingle. *Kor J Pharmacogn* 34: 28-32.
25. Ko YS, Chung BS. 1970. Studies on the fatty acid composition of Korean plant seed oils (part 1). *Kor Life Sci* 2: 129-137.
26. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
27. Marklund S, Marklund G. 1975. Involvement of superoxide amino radical in the oxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 468-474.
28. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. 1987. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. *Agric Biol Chem* 51: 1333-1338.
29. Stirpe F, Della Corte E. 1969. The regulation of rat liver xanthine oxidase. *J Biol Chem* 244: 3855-3861.
30. Yagi A, Kanbara T, Morinobu N. 1987. Inhibition of mushroom-tyrosinase by aloe extract. *Planta Med* 53: 517-519.
31. Isono R, Yomokazu T, Esumi K. 2005. Preparation of Au/TiO₂ nano composites and their catalytic activity for DPPH radical scavenging reaction. *J Colloid Interf Sci* 288: 177-183.
32. Hong JY, Nam HS, Lee YS, Yoon KY, Kim NW, Shin SR. 2006. Study on the antioxidant activity of extracts from the fruit of *Elaeagnus multiflora* Thunb. *Korean J Food Preserv* 13: 413-419.
33. Kim SM, Cho YS, Sung SK, Lee IG, Lee SH, Kim DG. 2002. Antioxidative and nitrite scavenging activity of pine needle and green tea extracts. *Korean J Food Sci Anim Resour* 22: 13-19.
34. Moon JS, Kim SJ, Park YM. 2004. Activities of anti-oxidation and alcohol dehydrogenase inhibition of methanol extracts from some medicinal herbs. *Korean J Food Preserv* 11: 201-206.
35. Kang MH, Choi CS, Kim ZS, Chung HK, Min KS, Park CG, Park HW. 2002. Antioxidative activities of ethanol extract prepared from leaves, seed, branch and aerial part of *Crotalaria sessiflora* L. *Korean J Food Sci Technol* 34: 1098-1102.
36. An BJ, Lee JT. 2002. Studies on biological activity from extract of *Crataegi fructus*. *Kor J Herbology* 17: 29-38.
37. Kim EY, Baik IH, Kim JH, Kim SR, Rhyu MR. 2004. Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 36: 333-338.
38. Kwon TD, Choi SW, Lee SJ, Chung KW, Lee SC. 2001. Effects of polyphenol or vitamin C ingestion on anti-oxidative activity during exercise in rats. *Kor J Physical Education* 3: 891-899.
39. Azuma K, Nakayama M, Koshioka M, Ippoushi K, Yamaguchi Y, Kohata K, Yamaguchi Y, Ito H, Higashio H. 1999. Phenolic antioxidants from the leaves of *Corchorus olitorius* L. *J Agric Food Chem* 47: 3963-3966.
40. Lee YS, Joo EY, Kim NW. 2005. Antioxidant activity of extract from the *Lespedeza bicolor*. *Korean J Food Preserv* 12: 75-79.
41. Lee YS, Joo EY, Kim NW. 2006. Polyphenol contents and physiological activity of the *Lespedeza bicolor* extracts. *Korean J Food Preserv* 13: 616-622.
42. Kim SM, Cho YS, Sung SL. 2001. The antioxidant ability and nitrate scavenging ability of plant extract. *Korean J Food Sci Technol* 33: 623-632.
43. Gray JI, Dugan Jr LR. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation in model food systems. *J Food Sci* 40: 981-984.
44. Wyngarden JB, Holmes EW Jr. 1977. Molecular nature of enzyme regulation in purine biosynthesis. *Ciba Found Symp* 48: 43-64.
45. Storch I, Ferber E. 1988. Detergent-amplified chemiluminescence of lucigenin for determination of superoxide amino production by NADPH oxidase and xanthine oxidase. *Anal Biochem* 169: 262-267.
46. Jung SH, Jo WA, Son JH, Choi EY, Park CI, Lee IC, An BJ, Son AR, Son AR, Kim SK, Kim YS, Lee JT. 2005. A study on the application of cosmetic materials and the physiological activities of *Forsythia koreana* Nakai. *Kor J Herbology* 20: 61-68.
47. Yeo SG, Park YB, Kim IS, Kim SB, Park YH. 1995. Inhibition of xanthine oxidase by tea extracts from green tea, oolong tea and black tea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 24: 154-159.
48. Choi BW, Kee BH, Kang JH. 1998. Screening of the tyrosinase inhibitors from marine algae and medicinal plants. *Kor J Pharmacogn* 29: 237-242.

(2007년 1월 18일 접수; 2007년 3월 26일 채택)