

가죽나무(*Ailanthus altissima*) 물 추출물의 항산화 활성과 Tyrosinase 저해

이양숙 · 최진범 · 주은영 · 김남우[†]

대구한의대학교 한방생약자원학과

Antioxidative Activities and Tyrosinase Inhibition of Water Extracts from *Ailanthus altissima*

Yang-Suk Lee, Jin-Beom Choi, Eun-Young Joo and Nam-Woo Kim[†]

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

Abstract

Water extracts from root, stem and leaf of *Ailanthus altissima* were utilized to determine antioxidant properties such as electron donating ability (EDA), nitrite scavenging ability, superoxide dismutase (SOD)-like activity, and the inhibitory activities of xanthine oxidase (XO) and tyrosinase. The EDA of root extract was the highest as 77.33% at 0.5 mg/mL concentration and that of stem extract was 70.01% at 1.0 mg/mL. The nitrite scavenging ability of leaf extract revealed the highest effect as 95.18% at pH 1.2, 1.0 mg/mL while those of stem and root extracts were 55.17% and 33.33%, respectively. The leaf extract showed the highest SOD like activity as 26.77% at 1.0 mg/mL, the measurement of root extract was 3.82% and that of stem extract was not effective. All kinds of extracts had strong inhibitory activities on XO of over 92% at 1.0 mg/mL. The highest activity on tyrosinase inhibition was obtained from leaf extract of 16.33% at 2.0 mg/mL. The results indicated that among the three extracts, the leaf extract has a strong and extensive antioxidant activity.

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

서 론

각종 천연물 특히, 식용식물이나 한방생약자원은 많은 종류의 생리활성 물질을 함유하며(1,2), 오랫동안 식품으로 이용하거나 여러 가지 질병에 대한 치료 및 예방의 용도로 사용되어 왔으나 이의 효능에 대한 과학적 근거를 명확히 제시하지 못하여 상대적으로 그 활용도가 낮았다. 그러나 최근 건강에 대한 관심이 높아지면서 동양의학에서 주로 이용되고 있는 한방생약자원을 활용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

호기성 생명체의 생명유지에 절대적으로 필요한 산소는 대사과정의 불균형이나 화학물질, 공해 등과 같은 물리·화학적 요인으로 인해 반응성이 높은 활성산소로 전환된다. 이 활성산소들은 강한 산화력으로 생명체에 치명적인 산소독성을 일으켜 다양한 질병, 특히 동맥경화, 당뇨병, 뇌졸중, 자가면역질환, 암 등과 같은 각종 질병과 DNA합성 저해 등의 심각한 생리적 장애를 일으키는 주요 원인 중 하나로 알려져 있다(3-5). 또한 활성산소들은 생체막의 불포화 지방산을 산화시켜 지질과산화물의 축적과 조직의 과산화적 손상을

을 초래하고 생체기능의 저하 및 노화, 성인병 등을 유발한다(4-6). 따라서 생체내 free radical의 발생을 억제 또는 감소시키고, 이들에 의한 산화작용으로부터 신체를 보호하고 질병을 예방할 수 있는 천연 생리활성 물질을 이용한 식품이나 의약품 등의 개발이 요구되고 있으며, 이를 위한 한방생약자원의 효능에 대한 과학적 분석이 필요하다.

가죽나무(*Ailanthus altissima*)는 소태나무과(Simarou-baceae)의 낙엽성 교목으로서 가죽나무라고 불리우기도 한다. 가죽나무의 잎은 저엽(樗葉), 종자는 봉안초(鳳眼草)라 하며 건조된 뿌리와 주피를 제거한 수피를 저피(樗皮) 또는 저근백피(樗根白皮)라 하여 한방생약제로 사용한다(7,8). 일반적으로 가죽나무로 불리우며 새순을 부각이나 산채나물 등의 식재료로 사용하는 식물은 멀구슬나무과(Meliaceae)의 참죽나무(*Cedrela sinensis*)이며, 본 실험 재료인 가죽나무(*A. altissima*)와는 구별되는 식물이다(9). 한방에서는 가죽나무의 맛은 쓰고 성질은 서늘하며 열을 내리고 습을 없애며, 설사와 출혈을 멈추게 하여 이질, 혈변 등의 지사 및 지혈제로 사용되며 산후출혈, 장출혈, 위궤양 등의 치료에도 사용한다. 또한 저근백피는 수렴작용, 항균, 항바이러스, 소염,

[†]Corresponding author. E-mail: tree@dhu.ac.kr
Phone: 82-53-819-1438, Fax: 82-53-819-1272

살충작용이 있는 것으로 알려져 있으며(10-13), 민간에서도 신경통, 이질과 대하, 지사제 그리고 살충 등의 목적으로 사용한다(14).

가죽나무(*A. altissima*)에 대한 연구결과로는 3,4,5-trimethoxyphenol, p-coumaric acid, vanillin, vanillic acid 등의 페놀성 물질과 5,7-dihydroxychromone-7-neohesperidoside, naringin 등의 flavonoid 화합물(15), merosin, tannin phlobaphen, aianthone, amarolide, acetylamarolide 등의 물질이 분리된 바 있으며(16), 이들 성분들의 생리학적 활성과 관련하여 항균성(17,18), 간기능 향상(10), 급성 림프성 백혈병에 대한 항암 효과(19,20) 및 세포주기조절(21) 등의 활성에 대한 연구가 이루어졌다. 또한 Lee(22)는 가죽나무를 110°C에서 추출하는 고압 열수 추출물의 생리활성에 대하여 보고한 바 있다.

일반적으로 식물성 추출물은 추출부위, 방법, 조건 및 추출용매 등에 따라 유효물질의 함량 및 패턴이 다르며, 생리적 활성도 다르게 나타난다(23). 초임계 추출법이나 마이크로웨이브 추출법은 한류 추출법보다 소량의 용매를 사용하며 단시간에 물질을 추출할 수 있는 장점이 있으나, 추출수율이 낮으며 작동비용이 많이 드는 단점이 있고, 추출 시 유기용매를 사용하면 유해물질의 잔류나 환경독성 등의 문제가 야기될 수 있다. 그러나 추출용매로 물을 사용하면 유해하지 않으며, 추출온도가 증가할수록 용출량 및 용출속도 또한 높아진다(24). 그러나 추출온도가 100°C 이상의 고온일 경우 구성성분의 일부 분해 및 화학적 변화를 초래하며, 인삼의 사포닌이나 페놀성 물질을 포함한 수용성 생리활성 물질의 함량이 감소하는 하는 것으로 보고되어 있다(25,26). 따라서 생약 추출효율이 높을 것으로 알려진 80°C에서의 추출물에 대한 연구는 중요하다고 할 수 있다.

이에 본 연구는 다양한 유용성분과 생리활성을 갖는 것으로 예상되는 가죽나무의 뿌리와 줄기, 잎을 각각 분리하고 80°C의 온도에서 물을 용매로 추출하여 전자공여능, 아질산염 소거능, SOD 유사활성, xanthine oxidase, tyrosinase 저해 활성을 측정함으로써 가죽나무의 각 부위별 물 추출물에 대한 생리활성을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 추출물 제조

본 실험 재료인 가죽나무(*A. altissima*)의 뿌리는 2006년 7월에 대구 약령시장에서 한방재료로 판매되는 저근백피를 구입하여 사용하였으며, 줄기와 잎은 2006년 7월경 경남 남해군 설천면 인근의 야산에서 채집하여 줄기와 잎을 따로 분리하고 음건하여 추출시료로 사용하였다.

추출물의 제조는 환류냉각관을 부착시킨 둥근 플라스크에 시료 당 10배에 해당되는 3차 증류수를 넣고 80°C의 수욕상에서 3시간씩 3회 반복 추출하였다. 각 추출물은 filter pa-

per로 여과하여 rotatory vacuum evaporator(Eyela 400series, Japan)로 감압농축한 후에 동결 건조하여 분말로 제조하였으며, 추출물은 일정 농도로 3차 증류수에 희석하여 실험을 위한 시료로 사용하였다.

전자공여능 측정

가죽나무 부위별 물 추출물의 전자공여능은 Blois의 방법(27)에 준하여 각 부위별 추출물의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl)에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 각 추출물의 일정 농도 시료 2 mL에 0.2 mM DPPH용액(dissolved in 99% ethanol) 1 mL를 가하고 37°C에서 30분간 반응 후 흡수분광광도계(Spectrophotometer, Shimadzu UV-1201)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하여 가죽나무 추출물 첨가 전·후의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

아질산염 소거능 측정

가죽나무 추출물의 아질산염 소거 작용은 Kato 등의 방법(28)에 따라 측정하였다. 즉 일정 농도의 시료 1 mL에 1 mM의 NaNO₂ 용액 2 mL를 첨가하고, 여기에 0.1 N HCl(pH 1.2)과 0.2 M citrate buffer를 사용하여 pH를 각각 1.2, 3.0 그리고 6.0으로 조정하여 반응용액의 부피를 10 mL로 하여 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 각각 1 mL씩 취하였다. 여기에 2% acetic acid를 5 mL 첨가하고, Griess reagent (A:B=1:1, A: 1% sulfanilic acid in 30% acetic acid, B: 1% naphthylamine in 30% acetic acid) 0.4 mL를 혼합 후, 실온에서 15분간 반응 후, 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료 무첨가구는 Griess reagent 대신 증류수 0.4 mL를 가하여 상기와 동일한 방법으로 측정하여 시료 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다. 대조군으로는 아스코르브산(Sigma, USA)을 추출물과 동일한 농도로 첨가하여 위와 동일한 방법으로 아질산염 소거능을 측정하였다.

SOD 유사활성 측정

SOD 유사활성은 Marklund와 Marklund의 방법(29)에 따라 과산화수소(H₂O₂)로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 일정 농도의 시료 0.2 mL에 pH 8.5로 보정한 Tris-HCl buffer(50 mM Tris+10 mM EDTA, pH 8.5) 2.6 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 첨가하여 25°C에서 10분간 반응시켰다. 여기에 1 N HCl 0.1 mL를 가하여 반응을 정지시킨 후 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양을 420 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 첨가구와 무첨가구 사이의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

Xanthine oxidase 저해 활성 측정

Xanthine oxidase(XO) 저해는 Stirpe와 Della Corte의 방법(30)에 따라 일정 농도로 희석한 가죽나무의 부위별 추출

물 0.1 mL에 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5) 0.6 mL와 기질액 0.2 mL(2 mM xanthine)를 첨가하였다. 여기에 XO(0.2 U/mL) 0.1 mL를 첨가하여 37°C에서 5분간 반응시킨 후 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 정지시켰다. 반응액 중에 생성된 uric acid는 흡광도 292 nm에서 측정하여 가죽나무 추출물에 대한 XO 저해 활성을 시료 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 백분율(%)로 나타내었다. 대조군으로 아스코르브산(Sigma, USA)을 추출물과 동일한 농도로 첨가하여 위와 동일한 방법으로 xanthine oxidase 저해 활성을 측정하였다.

Tyrosinase 저해 활성

Tyrosinase 저해 활성은 Yagi 등의 방법(31)에 따라 측정하였다. 0.175 M sodium phosphate buffer(pH 6.8) 0.5 mL에 기질액(10 mM L-DOPA) 0.2 mL와 가죽나무의 부위별 추출물 용액 0.1 mL를 혼합하였다. 여기에 mushroom tyrosinase(110 U/mL) 0.2 mL 첨가하여 25°C에서 2분간 반응시킨 후, 생성된 DOPA chrome을 흡광도 475 nm에서 측정하여 시료의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율을 백분율(%)로 나타내었다. 대조군으로 아스코르브산(Sigma, USA)을 추출물과 동일한 농도로 첨가하여 위와 동일한 방법으로 tyrosinase 저해 활성을 측정하였다.

통계처리

각각의 실험은 독립적으로 3회 이상 반복 실시하였으며, 실험결과는 평균±표준편차로 나타내었다. 실험군내의 농도에 따른 유의성을 검정하기 위하여 SPSS 12.0 for windows program을 이용하여 ANOVA test를 행한 후, 유의성이 있는 경우 실험군간에 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

전자공여능

가죽나무의 뿌리와 줄기, 잎의 80°C 물 추출물을 0.1~1.0 mg/mL의 농도로 전자공여능을 측정한 결과 27.14~77.33%의 활성을 나타내었다(Fig. 1). 뿌리 추출물의 전자공여능은 33.49~77.33%로 0.5 mg/mL의 농도에서 가장 높았으며, 줄기 추출물에서는 48.04~70.01%의 활성을 보였다. 가죽나무의 잎 추출물에서는 27.14~29.24%로 추출물 농도의 증가에 따른 전자공여능의 유의적 차이는 없었다. 줄기 추출물은 저농도에서는 뿌리나 잎 추출물보다 전자공여능이 높았으나, 추출물의 농도가 증가함에 따라 뿌리 추출물의 전자공여능이 더 높았다. 그리고 0.5 mg/mL의 농도에서 잎 추출물보다는 뿌리 추출물이 약 2.7배 높은 활성을 나타내었다.

이러한 결과는 가죽나무를 에탄올을 용매로 추출한 실험에서 뿌리와 줄기 추출물이 각각 64.04%와 63.27%이며 잎에서는 17.47%를 나타낸다는 Lee(32)의 보고와 110°C의 고

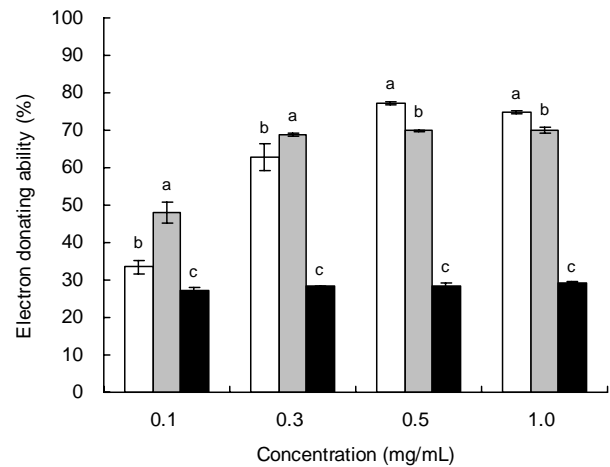


Fig. 1. Electron donating ability of water (80°C) extracts from *A. altissima*.

All value presents the mean±SD of triplicate determinations, and bars within different letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test. □: root, ▒: stem, ■: leaf.

압, 고온에서 추출한 열수 추출물에서는 뿌리의 전자공여능이 91.25%이며, 줄기에서는 67.03%, 잎 추출물은 47.94%라는 보고(22)와 비교하면 에탄올을 용매로 추출한 결과보다는 80°C에서 물을 용매로 추출한 본 실험의 전자공여능이 더 높았으나, 고압 열수 추출물보다는 유사하거나 낮은 전자공여능을 나타내었다. 또한 1.0 mg/mL 농도의 물 추출물에서 전자공여능은 음양곽 69.5%, 해동피 43.4%, 당귀 15.8%, 둥글래 5.4%라는 보고(33)와 비교하면, 본 실험의 가죽나무 뿌리와 줄기 추출물이 더 높았으며, 잎 추출물은 음양곽과 해동피보다는 낮았으나 당귀와 둥글래보다는 높았다. 부위별 추출물의 전자공여능은 가죽나무의 열수 추출물에서 뿌리와 줄기 추출물이 잎보다 높은 활성을 나타낸다는 보고(22)와 일치하였으나, Jang 등(34)과 Kang 등(35)의 산초와 민들레에서 잎 추출물이 뿌리와 줄기보다 전자공여효과가 높다는 보고와는 상반된 결과를 나타내었다. 따라서 전자공여능에 있어서는 가죽나무 잎 추출물보다는 한약재로 사용되고 있는 가죽나무 뿌리(저근백피)에 전자공여 작용에 효과적인 생리활성 물질을 더 많이 함유하는 것으로 생각된다.

아질산염 소거능

가죽나무의 부위별 추출물에 대하여 농도와 pH에 따른 아질산염 소거능을 측정한 결과, pH 1.2에서 뿌리 추출물은 20.64~33.33%의 범위였으며, 줄기 추출물에서는 10.61~55.17%의 소거효과를 나타내었다. 한편 잎 추출물은 46.89~95.18%의 범위로 가장 높은 아질산염 소거효과를 나타내었으며, 0.3 mg/mL의 농도에서도 65% 이상으로 소거능을 보였다(Table 1). pH 3.0의 조건에서도 pH 1.2에서와 같이 잎(37.40~89.19%)>줄기(2.12~33.04%)>뿌리(4.17~29.17%)의 순으로 분석되었으며, 잎 추출물은 0.5 mg/mL의 농도

Table 1. Nitrite scavenging abilities of water (80°C) extracts obtained from *A. altissima*

	Concentration (mg/mL)	Nitrite scavenging ability (%)			
		Extracts			Control
		Root	Stem	Leaf	Ascorbic acid
pH 1.2	0.1	20.64±2.75 ^{1) b2)}	10.61±0.65 ^c	46.89±0.49 ^a	87.41±0.21
	0.3	21.69±2.43 ^b	16.61±1.39 ^c	65.83±0.22 ^a	95.88±0.16
	0.5	28.04±0.92 ^c	35.79±0.48 ^b	93.64±0.19 ^a	97.92±0.14
	1.0	33.33±0.00 ^c	55.17±0.78 ^b	95.18±0.00 ^a	98.38±0.21
pH 3.0	0.1	4.17±0.00 ^b	2.12±0.37 ^c	37.40±0.86 ^a	71.01±0.54
	0.3	11.11±2.41 ^b	5.42±0.23 ^c	50.88±1.59 ^a	80.06±1.03
	0.5	15.28±2.41 ^c	22.21±0.73 ^b	80.10±0.11 ^a	93.42±0.71
	1.0	29.17±0.00 ^c	33.04±0.31 ^b	89.19±0.11 ^a	96.95±0.34
pH 6.0	0.1	NA ³⁾	0.67±0.35	NA	21.20±0.55
	0.3	NA	1.38±0.08	NA	35.59±0.48
	0.5	NA	1.79±0.16 ^a	NA	60.69±0.48
	1.0	NA	2.54±0.13 ^a	1.78±1.41 ^b	78.44±0.34

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

²⁾Value with different superscripts within the row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

³⁾NA is not activated.

에서도 80% 이상의 아질산염 소거율을 보였다. pH 6.0의 조건에서는 뿌리 추출물과 저농도의 잎 추출물에서는 아질산염 소거효과가 없었고, 1.0 mg/mL의 농도에서 줄기 추출물은 2.54%, 잎 추출물에서는 1.78%의 낮은 소거효과를 나타내었다. 가죽나무의 아질산염 소거능은 세 부위 추출물 모두에서 농도가 증가할수록, pH가 낮을수록 아질산염 소거효과가 높았으며, 이는 Kim 등(36)과 Lee(32)의 결과와 일치하였다.

Kim 등(36)은 녹차와 솔잎의 물 추출물에서 pH 1.2의 조건에서 아질산염 소거능이 각각 100%와 93.5%이며, 하수오, 행인, 오미자 등은 20% 이하의 낮은 아질산염 소거능을 나타내었다고 보고한 바 있다. 본 실험과 Kim 등(36)의 결과를 비교하면 가죽나무의 부위별 물 추출물의 소거능은 녹차와 솔잎보다 낮았으나 하수오나 오미자보다는 높다고 할 수 있다. 한편 가죽나무의 에탄올 추출물에서 뿌리와 줄기 추출물의 아질산염 소거능이 45.77%와 56.25%이며 잎 추출물은 98.58%라는 보고(32), 그리고 고압 열수 추출물에서의 결과(22)와 비교하면 본 실험의 가죽나무 뿌리 추출물의 분석 결과가 낮았으나 줄기와 잎 추출물은 유사한 효과를 나타내었다. 이상의 결과로 미루어보아 한방생약재로 사용되고 있는 가죽나무의 뿌리나 줄기보다 가죽나무 잎 추출물이 아질산염을 효과적으로 분해하여 nitrosamine의 생성을 억제하는 생리활성 물질을 더 많이 함유하는 것으로 판단되며, 이러한 잎을 이용하여 아질산염 소거를 위한 첨가재료로서 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

SOD 유사활성능

가죽나무의 부위별 추출물을 대상으로 pyrogallol에 대한 자동산화 반응을 이용하여 SOD 유사활성 효과를 농도에 따라 측정하였다. 뿌리 추출물의 SOD 유사활성은 1.12~3.82%의 범위였고, 잎 추출물에서는 3.21~26.77%로 뿌리보

다 약 7배 높은 활성을 나타내었으며, 줄기 추출물에서는 SOD 유사활성 반응이 나타나지 않았다(Fig. 2).

본 실험결과는 Kim 등(33)의 오가피 추출물에서 SOD 유사활성이 24.2%이며, 갈근, 당귀, 감초, 산약 등에서는 10.3~12.4%라는 보고와 비교하면, 가죽나무 뿌리 추출물의 유사활성은 낮았으나, 잎 추출물에서는 유사한 결과를 보였다. 한편 1.0 mg/mL의 농도에서 가죽나무 에탄올 추출물이 10.07~50.00%이며(32), 열수 추출물에서는 14.31~49.07%라는 것(22)과 비교하면 물 추출물의 활성이 낮았으나, 잎>줄기>뿌리의 순으로 높은 SOD 유사활성을 나타낸다는 보고와는 일치하였다. SOD 유사활성능은 페놀성 화합물과 flavonoids 화합물을 많이 함유할수록 활성이 증가하는 것으

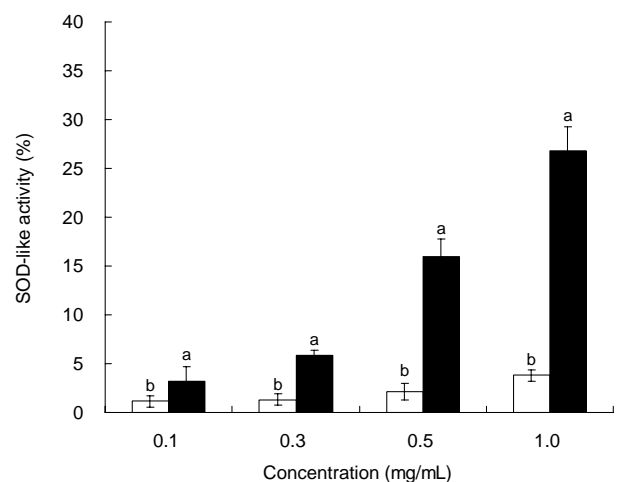


Fig. 2. Superoxide dismutase (SOD)-like activity of water (80°C) extracts from *A. altissima*.

All value presents the mean±SD of triplicate determinations, and bars within different letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

□: root, ■: leaf, SOD of stems are not activated.

Table 2. Xanthine oxidase inhibition activity of water (80°C) extracts from *A. altissima*

Concentration (mg/mL)	Inhibition rate (%)			
	Extracts			Control
	Root	Stem	Leaf	Ascorbic acid
0.1	44.24±1.05 ^{1) b2)}	40.60±0.00 ^c	74.25±2.32 ^a	82.98±2.13
0.5	91.52±1.05 ^a	89.60±2.33 ^a	90.30±1.16 ^a	87.94±1.23
1.0	93.94±1.05 ^a	93.62±3.08 ^a	92.64±1.16 ^b	90.07±2.46
2.0	97.58±2.10 ^a	98.32±1.16 ^a	94.65±1.16 ^b	93.62±3.69

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

²⁾Value with different superscripts within the row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 3. Tyrosinase inhibition activity of water (80°C) extracts from *A. altissima*

Concentration (mg/mL)	Inhibition rate (%)			
	Extracts			Control
	Root	Stem	Leaf	Ascorbic acid
0.1	2.84±1.77 ^{1) b2)}	1.14±0.92 ^c	9.31±0.84 ^a	96.46±0.56
0.5	4.97±1.88 ^b	3.26±1.30 ^c	12.99±0.70 ^a	97.91±0.28
1.0	6.62±0.54 ^b	4.45±1.30 ^c	14.72±2.09 ^a	98.55±0.84
2.0	7.09±0.36 ^b	5.21±0.65 ^c	16.33±1.27 ^a	99.03±0.48

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

²⁾Value with different superscripts within the row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

로 보고되어 있어(37-39), 한방생약재로 사용되고 있는 가죽나무의 뿌리(저근백피)보다 잎에서 더 많은 페놀성 화합물이나 flavonoids 물질을 함유하는 것으로 사료된다. 그리고 가죽나무의 잎은 뿌리보다 활용성은 낮았지만 생산량이 많으므로 기능성 제품이나 의약 첨가물의 원료로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

Xanthine oxidase 저해 활성

Xanthine oxidase(XO)는 체내에서 urea를 생성하여 염증 및 통증을 동반한 통풍과 신장질환을 일으키는 것으로 알려져 있으며, 가죽나무의 뿌리와 줄기, 잎 추출물에서의 XO에 대한 저해 활성을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 뿌리 추출물의 XO의 저해 활성은 44.24~97.58%였으며, 줄기 추출물에서는 40.60~98.32%, 그리고 잎 추출물은 74.25~94.95%의 범위로 XO 저해 활성 효과를 나타내었다. 본 실험에서 저농도인 0.1 mg/mL에서는 잎 추출물에서의 XO 저해율이 74.25%였으며, 뿌리와 줄기보다 약 1.6배 높았다. 0.5 mg/mL 이상의 농도에서는 세 부위 추출물 모두 약 90% 이상의 저해율을 나타내었으며, 대조군인 아스코르브산의 87.94%보다 높은 XO 저해효과를 나타내었다.

가죽나무 에탄올 추출물의 XO 저해율이 2.0 mg/mL의 농도에서 93.62~95.40%라는 Lee(32)의 보고와 본 실험결과는 유사하다고 할 수 있다. 또한 Moon과 Lee(40)는 이전에 감잎 추출물에서의 XO 저해율이 82.9%라는 보고한바 있으며, 녹차와 홍차 등에서는 78.7~82.9%라고 Yeo 등(41)이 보고한 바 있다. 이러한 결과를 본 실험결과와 비교하면 가죽나무 추출물의 XO 저해율이 더 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과를 보아 한방생약재로 사용되고 있는 가죽나무의 뿌리와 줄기는 수렴 및 소염작용과 신경통 등의 증상에

대한 효과가 있음을 알 수 있었으며, 잎에서도 뿌리나 줄기와 유사한 효과가 있는 것으로 분석되었다.

Tyrosinase 저해 활성

Tyrosinase는 melanine 생합성 과정의 중요 효소로서 피부노화 및 색소침착을 일으키며 식품의 갈변화를 일으키는 원인으로 알려져 있다. 가죽나무의 뿌리와 줄기, 잎 추출물에 대한 tyrosinase 저해 효과를 부위와 농도에 따라 측정된 결과 잎(9.31~16.33%)>뿌리(2.84~7.09%)>줄기(1.41~5.21%)의 순으로 tyrosinase 저해 활성을 나타내었으며, 특히 잎 추출물은 2.0 mg/mL의 농도에서 뿌리와 줄기보다 2~3배 높은 저해율을 보였다(Table 3).

Lee(32)는 에탄올을 용매로 추출한 가죽나무의 뿌리 추출물의 tyrosinase 저해 활성이 62.01%이며, 줄기와 잎 추출물에서는 각각 4.05%와 11.94%의 저해효과를 나타낸다고 보고한 바 있다. 본 실험결과와 Lee(32)의 결과를 비교하면 본 실험의 tyrosinase 저해율이 매우 낮았다. 한편 사리의 열수 추출물이 9.88%를 나타낸다는 Lee 등(42)의 보고와 Jung 등(43)의 타임(13%), 석창포(5%) 등의 보고와 비교하면 가죽나무 잎 추출물(16.33%)의 tyrosinase 저해 활성이 높았으나, 뿌리와 줄기 추출물은 유사하거나 낮은 활성을 나타내었다. 그러므로 가죽나무 잎이 함유하고 있는 기능성을 이용한 산업화가 가능한 것으로 생각된다.

요 약

한방생명자원으로 사용되고 있는 가죽나무(*A. altissima*)를 대상으로 뿌리와 줄기, 잎을 80°C의 조건에서 물을 용매로 추출한 가죽나무 추출물의 전자공여능, 아질산염 소거능,

SOD 유사활성 및 XO 저해 활성과 tyrosinase 저해효과를 측정하였다. 전자공여능은 1.0 mg/mL의 농도에서 뿌리(74.83%) > 줄기(70.01%) > 잎(29.24%)의 순으로 활성을 나타내었다. 아질산염 소거능에서 가죽나무 잎 추출물은 1.0 mg/mL pH 1.2와 3.0의 조건에서 각각 95%와 89% 이상으로 줄기(55.17%)와 뿌리(33.33%)보다 높은 소거율을 보였으며, 0.5 mg/mL의 농도에서도 각각 93%와 80% 이상의 아질산염 소거효과를 나타내었다. SOD 유사활성능에서도 잎 추출물은 26.77%로 뿌리의 3.82%보다 7배 높았으며, 줄기 추출물에서는 SOD 유사활성 효과가 없었다. XO의 저해율은 세 가지 추출물 모두 0.5 mg/mL 이상의 농도에서 약 90% 이상의 저해 활성을 나타내었으며, tyrosinase에 대한 저해 활성은 2.0 mg/mL의 농도에서 잎 추출물이 16.33%로 뿌리(7.09%)와 줄기(5.21%) 추출물보다 약 2배 높은 저해율을 나타내었다. 이상의 결과로 보아 가죽나무 잎 추출물은 현재 한약재로 사용되고 있는 뿌리와 줄기보다 전자공여능은 낮았으나 뿌리보다 7배 높은 SOD 유사활성 효과와 약 90% 이상의 아질산염 소거능 효과를 나타내었다. 그리고 가죽나무의 잎 추출물은 약 95%의 XO 저해 활성과 약 16%의 tyrosinase 저해효과를 나타내어 뿌리와 줄기보다 저해효과가 높은 것으로 분석되었다. 그러므로 가죽나무의 잎에서도 우수한 생리활성 물질을 다량 함유하는 것으로 생각되며, 뿌리 뿐만 아니라 잎도 기능성 식품이나 의약품의 원료 및 첨가물 등 다양한 제품에 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 대구한의대학교 기린연구비지원의 지원에 의하여 이루어진 것임.

문 헌

- Perry LM. 1990. *Medicinal Plants of East and Southeast Asia: Attributed Properties and Uses*. The 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.
- Fridorich I. 1978. The biological activity of oxygen radicals. *Science* 201: 875-881.
- 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 Physio Pharmacol* 63: 173-187.
- Imlay IA, Limm S. 1986. DNA damage and oxygen radical toxicity. *Science* 240: 1302-1309.
- Chance B, Sies H, Boveris A. 1979. Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiol Rev* 59: 527-605.
- 구분홍. 1994. 동의보감(허준 저). 대중서관, 서울. p 555, 1456.
- 國家中醫藥管理局編委會. 1999. 中華本草. 上海科學技術出版社, 上海. Vol 5, p 3-6.
- 최영진. 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 radices* 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. Quassinoids 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. *Indust 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 Ori Phys Path* 17: 914-922.
- 江蘇新醫學院. 1979. 中藥大辭典. 1th ed. 下冊, 上海. p 2577-2579.
- Kazuya K, Katsuyoshi M, Kazuo K, Taichi O. 1994. Studies on the constituents of *Ailanthus integrifolia*. *Chem Pharm Bull* 42: 1669-1671.
- Barakat HH. 1998. Chemical investigation of the constitutive phenolics of the structure of a new flavone glycoside gallate. *Nat Prod Sci* 4: 153-157.
- Lee DG, Chang YS, Park YK, Hahm KS, Woo ER. 2002. Antimicrobial effects of ocotillone isolated from stem bark of *Ailanthus altissima*. *J Microbiol Biotechnol* 12: 854-857.
- Kim KW, Baek JK, Jang YW, Kum EJ, Kwon YS, Kim HJ, Sohn HY. 2005. Screening of antibacterial agent against streptococcus mutans from natural and medicinal plants. *J Life Science* 15: 715-725.
- Kim J, Lee CK. 1997. Studies on the biological activities of the constituents of *Ailanthi cortex radices* III. Antitumor activities of dichloromethane fraction. *Kor J Pharmacogn* 28: 54-58.
- 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.
- 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. *J Pharm Soc Korea* 46: 18-23.
- Lee YS. 2007. Physiological activities of hot water extract from *Ailanthus altissima*. *Korean J Food Preserv* 14: 170-176.
- Koh JH, Hwang MO, Moon JS, Hwang SY, Son JY. 2005. Antioxidative and antimicrobial activities of pomegranate seed extracts. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 171-179.
- Sung HS, Kim WJ. 1986. Effect of extracting conditions on the soluble solid's yield of Korean red ginseng. *Korean J Food Sci Technol* 18: 168-172.
- Sung HS, Yang CB, Kim WJ. 1985. Effect of extraction temperature and time on saponin composition of red ginseng extract. *Korean J Food Sci Technol* 17: 265-270.
- Kim NM, Sung HS, Kim WJ. 1993. Effect of solvents and some extraction conditions on antioxidant activity in cinnamon extracts. *Korean J Food Sci Technol* 25: 204-209.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- 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. 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.
30. Stirpe F, Della Corte E. 1969. The regulation of rat liver xanthine oxidase. *J Biol Chem* 244: 3855-3861.
31. Yagi A, Kanbara T, Morinobu N. 1987. Inhibition of mushroom-tyrosinase by aloe extract. *Planta Med* 53: 517-519.
32. Lee YS. 2007. Physiological activities of ethanol extracts from different parts of *Ailanthus altissima*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 389-394.
33. 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.
34. Jang MJ, Woo MH, Kim YH, Jun DY, Rhee SJ. 2005. Effects of antioxidative, DPPH radical scavenging activity and antithrombogenic by the extract of sancho (*Zanthoxylum schinifolium*). *Korean J Nutrition* 38: 386-394.
35. Kang MJ, Shin SR, Kim K. 2002. Antioxidative and free radical scavenging activity of water extract from dandelion (*Taraxacum officinale*). *Korean J Food Preserv* 9: 253-259.
36. Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrate scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33: 626-632.
37. Azuma K, Nakayama M, Koshika M, Lppoushi 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.
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 Phys Edu* 3: 891-899.
39. Lee YS, Joo EY, Kim NW. 2005. Antioxidant activity of extract from the *Lespedeza bicolor*. *Korean J Food Preserv* 12: 75-79.
40. Moon SH, Lee MK. 1998. Inhibitory effects of xanthine oxidase by boiled water extract and tannic from persimmon leaves. *Korean J Food Nutr* 11: 354-357.
41. 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 Nutr* 24: 154-159.
42. Lee YS, Joo EY, Kim NW. 2006. Polyphenol contents and physiological activity of the *Lespedeza bicolor* extracts. *Korean J Food Preserv* 13: 616-622.
43. Jung SW, Lee NK, Kim SJ, Han DW. 1995. Screening of tyrosinase inhibitor from plants. *Korean J Food Sci Technol* 27: 891-896.

(2007년 6월 22일 접수; 2007년 8월 30일 채택)