

## 가죽나무(*Ailanthus altissima*)의 부위별 성분 분석

이 양 숙<sup>†</sup>

대구한의대학교 한방생약자원학과

### Analysis of Components in the Different Parts of *Ailanthus altissima*

Yang-Suk Lee<sup>†</sup>

Department of Herbal Biotechnology, Daegu Haany University, Gyeongsan, 712-715 Korea,

#### Abstract

This study was carried out to analyze the components of the roots, stems, and leaves of *Ailanthus altissima* to obtain basic data on the nutritional and functional materials developed a functional food with *A. altissima*. Among the general components, crude ash (9.20%) in the roots, crude protein (11.36%) in leaves, and carbohydrates (81.74%) in stems were higher than other parts. The content of soluble protein was the highest 9,839.52 mg% in leaves. Reducing sugar and free sugar in roots were 1,813.94 mg%, 1,140.20 mg%, and 1,670.98 mg%, 1,190.42 mg% in leaves, respectively. The contents of free amino acid (2,018.58 mg%) in roots were higher than leaves (1,070.88 mg%) and stems (427.55 mg%). Especially arginine (1,446.63 mg%) and aspartic acid (252.82 mg%) in roots were the highest. Total content of amino acid derivatives were 780.70 mg% in leaves and 430.95 mg% in roots. Especially, taurine was 61.68 mg% in roots. In the results of mineral analysis, the contents of Ca, K and Mg which account for 83% to 98% of mineral contents, were high in all parts. The polyphenol compounds in leaves and water extract of leaves were 821.58 mg% and 8,040.35 mg%. And contents of flavonoids were 2,501.67 mg% in leaves and 13,592.20 mg% in ethanol extract of leaves, respectively.

**Key words** : *Ailanthus altissima*, general component, soluble protein, sugar, amino acid, mineral, polyphenol, flavonoid

#### 서 론

생활수준의 향상과 건강에 대한 관심이 증가되면서 서구화된 식생활에서 벗어난 자연 건강식에 대한 중요성의 인식이 높아지고 있다. 특히 동양의학에서 주로 사용되고 있는 생약재나 약용식물은 다양한 종류의 생리활성 물질을 함유하며, 이들 물질의 항암, 항산화, 항균 활성 등 다양한 생리적 효능에 대해 알려지면서 기능성 식품 및 만성질환의 예방이나 치료제로 개발하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다(1,2). 이러한 관점에서 한약 재료로 사용되고 있는 약용식물에 대한 기능성 식품의 개발과, 효과적인 이용을 위한 영양성분 및 유용성분에 대한 분석이 이루어져야 할 것이다.

가죽나무(*Ailanthus altissima*)는 가죽나무라고도 불리우

는 소태나무과(Simaroubaceae)의 낙엽성 교목으로 목재용이나 가로수 및 관상용으로 식재한다(3-5). 한의학에서는 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 한약의 재료로 사용한다(6-8). 일반인들에게 가죽나무로 불리며 이른봄에 새순을 부각이나 산채나물 등의 식재료로 사용하는 식물은 멸구슬나무과(Meliaceae)의 참죽나무(*Cedrela sinensis*)이며, 본 실험 재료인 가죽나무(*A. altissima*)와는 구별되는 식물이다(3-5). 한방에서는 가죽나무의 건조된 뿌리인 저근백피에 대하여 맛은 쓰고(苦), 약성이 차서(冷) 열을 내리고 습을 없애며(淸熱燥濕) 설사와 출혈을 멈추게 한다고 하여 이질, 혈변 등의 지사(止瀉) 및 지혈제로 사용되며 산후출혈, 장출혈, 위궤양 등의 치료에 사용한다(7,8). 또한 민간에서도 신경통, 이질과 대하 그리고 살충 등의 목적으로도 사용한다(6).

가죽나무(*A. altissima*)에는 merosin, tannin phlobaphen,

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : ysgirl@dhu.ac.kr,  
Phone : 82-53-819-1441, Fax : 82-53-819-1272

ailanthone, amarolide 등의 물질과(9), p-coumaric acid, vanillin 등의 페놀성 물질, 그리고 naringin, 5,7-dihydroxychromone-7-neohesperidoside 등의 flavonoid 화합물(10)이 분리 동정되었으며, Lee(11)는 가죽나무의 부위별 추출물이 90% 이상의 xanthine oxidase 저해활성을 나타내는 등 다양한 생리활성 효과를 나타낸다고 보고 한 바 있다. 또한 가죽나무의 뿌리의 생리학적 활성과 관련하여 항균(12,13), 항바이러스(14), 급성 림프성 백혈병에 대한 항암 효과(15), 면역세포조절(16) 효과를 나타내며 간기능 향상(17) 및 소염, 살충작용(18) 등의 작용을 나타내는 것으로 보고되어 있다.

이와 같이 가죽나무에는 다양한 생리활성 물질과 항균, 항암 및 우수한 xanthine oxidase 저해활성 등 약리학적 효과가 알려져 있음에도 불구하고 이를 효율적으로 이용하기 위한 과학적이고 체계적인 기초연구는 미흡하다. 따라서 본 연구는 여러 가지 약리학적 성분과 효능을 나타내는 것으로 보고되어 있으며, 예로부터 한방생약재로 사용되고 있는 가죽나무의 뿌리와 줄기 그리고 잎에 대한 당 함량과 아미노산, 무기질 및 총 폴리페놀과 플라보노이드 화합물 등 영양성분과 생리활성 물질의 함량을 분석하여 기능성 식품 개발의 효용성을 높이기 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 가죽나무(*Ailanthus altissima*)의 뿌리는 2006년 7월에 대구 약령시장에서 한약 재료로 판매되는 저근백피를 구입하여 사용하였으며, 줄기와 잎은 2006년 7월경 경남 남해군 설천면 인근의 야산에서 채집하여 줄기와 잎을 따로 분리하고 음건하여 잘게 세절한 후 영양성분 및 생리활성 물질의 함량을 측정하기 위한 실험재료로 사용하였다.

### 일반성분 분석

가죽나무의 부위별 일반성분은 AOAC의 표준분석법(19)에 준하여 분석하였다. 수분은 105°C 상압 가열 건조법으로 측정하였으며, 조단백질은 Kjeldahl 법으로 측정한 후 질소-단백질 환산계수를 이용하여 산출하였다. 조지방은 Soxhlet 추출방법, 조회분은 550°C 조건의 직접회화법으로 분석하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량을 뺀 값으로 나타내었으며, 모든 결과는 3회 반복 실험한 측정치의 평균값을 백분율로 나타내었다.

### 시료의 추출

가죽나무의 뿌리와 줄기 그리고 잎을 각각 10 g에 증류수 150 mL를 넣고 마쇄한 후 원심분리(3,000 rpm 10 min)하여

상층액만 여과한 뒤 200 mL로 정용하였다. 이것을 시료액으로 하여 환원당과 유리당, 수용성 단백질, 유리아미노산 및 폴리페놀 함량을 측정하기 위한 시료로 사용하였다. 또한 가죽나무 부위별로 환류냉각관을 부착시킨 둥근 플라스크에 시료 당 10배에 해당되는 3차 증류수와 70% 에탄올을 넣고 80°C와 60°C의 수욕 상에서 3시간씩 3회 반복 추출하고 여과하여 감압농축한 후 동결 건조하여 분말로 제조하였으며 이를 총 폴리페놀과 플라보노이드 화합물의 함량을 측정하기 위한 시료로 사용하였다.

### 수용성 단백질 정량

수용성 단백질 함량은 Lowry 등(20)의 방법에 따라 시료 0.2 mL에 혼합시약을 1 mL 첨가하여 30°C에서 10분간 반응시켰다. 여기에 0.1 mL Folin-Ciocalteu's phenol reagent를 첨가하여 실온에서 30분간 반응시킨 후, spectrophotometer (Shimadzu UV-1201, Japan)를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 수용성 단백질의 함량 산출은 bovine serum albumin(Sigma, USA)으로 검량선을 작성하여 가죽나무 부위별 수용성 단백질의 함량을 나타내었다.

### 환원당 및 유리당 분석

가죽나무의 부위별 환원당 측정은 Somogyi-Nelson 방법(21)에 따라 시료 1 mL에 혼합시약(A:B=25:1, A; d<sub>3</sub>H<sub>2</sub>O 1 L in anhydrous Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 25 g, C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>KNa · 4H<sub>2</sub>O 25 g, Na<sub>2</sub>HCO<sub>3</sub> 20 g, anhydrous Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 200 g, B; d<sub>3</sub>H<sub>2</sub>O 200 mL in CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O 30 g, concentrate H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4 drop)을 1 mL 첨가하여 20분간 가열한 후 냉각하여 C액(total 500 mL store at 37°C/1 day-(NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> · 4H<sub>2</sub>O 25 g in d<sub>3</sub>H<sub>2</sub>O 450 mL including, concentrate H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 21 mL + Na<sub>2</sub>HAsO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 3 g in d<sub>3</sub>H<sub>2</sub>O 25 mL) 1 mL 첨가하고 실온에서 반응시킨 다음, 증류수 5 mL를 혼합하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당 함량은 glucose로 검량선을 작성하여 시료의 환원당 함량을 산출하여 나타내었다.

유리당은 Shim 등(22)이 행한 방법에 따라 추출된 시료액을 hexane으로 유지성분을 제거하고 0.45 μm membrane filter와 sep-pak cartridge C<sub>18</sub>로 색소 및 단백질 성분을 제거한 후 high performance liquid chromatography (HPLC, Waters 600 E controller, USA)를 이용하여 분석하였다. Detector는 RI (Waters 2410), carbohydrate column (4.6×250 mm)을 사용하였으며, mobile phase는 acetonitrile 75 : H<sub>2</sub>O 25, column temperature는 35°C, flow rate 1.0 mL/min의 조건으로 유리당 함량을 분석하였다.

### 유리아미노산 및 아미노산 유도체 분석

가죽나무의 추출된 시료액을 0.45 μm filter로 여과하여 유리아미노산 및 아미노산 유도체 분석을 위한 시료로 사용하였다. 추출된 시료는 분석용 column (Lithium high

resolution peek)이 부착된 아미노산 자동분석기(Pharmacia Chrom 20, Sweden)를 사용하여 분석하였다.

**무기질 분석**

무기질 함량은 Yun 등(23)의 습식 분해법에 따랐으며, 건조된 시료 1 g에 65%의 HNO<sub>3</sub> 6 mL와 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1 mL를 가한 다음 microwave digestion system(Ethos-1600, USA)을 사용하여 시료를 전처리, 분해하여 0.45 µm filter로 여과하였다. 이를 시료용액으로 하여 inductively coupled plasma (ICP) optical emission spectrometers (IRIS Interpid II XSP, Thermo, USA)를 이용하여 argon nebulizer gas flow rate 0.5 L/min (20.1 psi), auxiliary gas flow 0.5 L/min, sample uptake 1.8 mL/min의 조건으로 Li (670.784), Na (330.237), Mg (285.213), Al (398.152), K (766.491), Ca (184.006), Cr (283.563), Mn (257.610), Fe (238.204), Co (228.616), Ni (231.604), Cu (324.754), Zn (213.856), Se (196.090)을 분석 정량하였다.

**총 폴리페놀 화합물**

가죽나무의 부위별 폴리페놀 함량은 건체를 증류수로 추출한 시료액과 물과 에탄올로 추출, 농축하여 분말화된 가죽나무 추출물을 일정농도로 희석한 농축액에 대하여 Folin-Denis(24)법으로 폴리페놀 함량을 측정하였다. 상기 위의 방법으로 추출된 가죽나무 부위별 시료 0.2 mL에 증류수 1.8 mL와 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 0.2 mL를 첨가한 후, vortex하여 3분간 실온에서 방치한 다음, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 포화용액 0.4 mL를 가하여 혼합하였다. 여기에 증류수를 1.4 mL 가하고 실온에서 1시간 동안 반응시킨 후 spectrophotometer를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 화합물은 tannic acid (Sigma, USA)를 이용하여 최종농도가 0, 25, 50, 100, 250, 500 µg/mL가 되도록 취하여 위와 동일한 방법으로 흡광도를 측정한 표준곡선으로부터 가죽나무의 건체와 부위별 추출물의 폴리페놀 화합물 함량을 구하였다.

**총 플라보노이드 화합물**

가죽나무의 건조된 뿌리와 줄기 그리고 잎은 각각 1 g을 80% 에탄올 80 mL 가하여 마쇄한 후 여과하여 건체의 시료액으로 사용하였다. 그리고 물과 70% 에탄올로 추출된 가죽나무 시료는 80% 에탄올에 일정농도로 희석하여 플라보노이드 측정을 위한 추출물로 사용하였다. 총 플라보노이드 정량은 Nieva Moreno 등의 방법(25)을 변형하여 각 농도별 추출액 0.1 mL에 80% 에탄올 0.4 mL를 첨가하여 혼합한 후 10% aluminum nitrate 0.1 mL와 1 M potassium acetate 0.1 mL 그리고 80% ethanol 4.3 mL를 가하여 25°C에서 40분간 반응시킨 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 플라보노이드 정량은 quercetin(Sigma, USA)을 이용하

여 최종농도가 0, 10, 25, 50, 100, 250, 500 µg/mL가 되도록 취하여 위와 동일한 방법으로 측정한 표준곡선으로부터 산출하여 건체와 추출액의 총 플라보노이드 화합물 함량을 구하였다.

**결과 및 고찰**

**일반성분**

가죽나무의 뿌리와 줄기 그리고 잎에 함유된 수분, 탄수화물, 조단백질, 조지방 그리고 조회분 등의 일반성분에 대한 분석 결과는 Table 1에 나타내었다. 탄수화물은 66.27~81.74%였으며, 조단백질의 함량은 3.50~11.36%, 조지방 1.22~3.46%, 그리고 조회분은 2.96~9.20%로 분석되었다. 조단백질은 잎에서 11.36%로 세 부위 중 가장 높은 비율로 함유하였으며, 조지방은 뿌리에서 가장 많이 함유된 것으로 나타났다. 조회분의 함량은 뿌리에서 9.20%로 줄기보다 약 3배 이상 높았으며 탄수화물은 줄기에서 가장 높은 비율로 함유된 것으로 분석되었다.

**Table 1. Proximate compositions in different parts of *Ailanthus altissima***

Composition	Roots	Stems	Leaves
Moisture	10.90 ± 0.49 <sup>bl)</sup>	10.58 ± 0.49 <sup>b</sup>	12.66 ± 0.09 <sup>a</sup>
Carbohydrate	68.58 ± 0.21 <sup>b</sup>	81.74 ± 0.24 <sup>a</sup>	66.27 ± 0.05 <sup>c</sup>
Crude protein	7.86 ± 0.03 <sup>b</sup>	3.50 ± 0.00 <sup>c</sup>	11.36 ± 0.02 <sup>a</sup>
Crude fat	3.46 ± 0.08 <sup>a</sup>	1.22 ± 0.02 <sup>c</sup>	2.96 ± 0.11 <sup>b</sup>
Crude ash	9.20 ± 0.17 <sup>a</sup>	2.96 ± 0.00 <sup>c</sup>	6.75 ± 0.01 <sup>b</sup>

<sup>l)</sup>All value presents the mean ± SD of triplicate determinations and different superscripts within the row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Hwang 등(26)은 두충나무의 일반성분을 분석한 결과 줄기와 잎의 조단백질 함량이 6.8%와 17.7%이며, 조지방은 10.0%와 2.9%, 그리고 조회분 함량은 각각 6.6%와 6.9%로 보고하였으며, 계피에는 조단백질 2.9%, 조지방 1.6% 조회분은 2.8%, 탄수화물은 66.8%를 함유한다고 보고하였다. 이를 본 실험 결과와 비교하면 조지방의 함량은 두충나무의 줄기와 잎 그리고 계피보다 가죽나무의 줄기와 잎의 함량이 낮았으며, 가죽나무 잎의 조단백질과 조회분에서도 두충나무 잎보다는 낮은 함량을 나타내었다. 그러나 가죽나무 줄기의 조단백질과 조회분은 두충나무의 줄기와 계피보다 높은 것으로 나타났다.

**수용성 단백질**

가죽나무의 부위별 수용성 단백질 함량을 측정한 결과

뿌리에는 1,501.52 mg%를 함유하였으며 줄기에서는 1,072.21 mg%, 그리고 잎에서는 9,839.52 mg%를 함유하여 잎의 수용성 단백질이 뿌리와 줄기보다 약 6배~9배 이상 높은 함량을 나타내었다(Table 2). 본 실험결과를 Kim 등(27)의 뜰보리수 열매에서 수용성 단백질 함량이 480 mg%를 함유하였다는 결과와 비교하여 가죽나무 잎은 뜰보리수보다 20배 이상의 수용성 단백질을 함유하여 가죽나무의 부위별 수용성 단백질의 함유량은 매우 높은 것으로 분석되었다.

**Table 2. Contents of soluble protein and sugars in different parts of *Ailanthus altissima***

(mg%-dry weight)			
Composition	Roots	Stems	Leaves
Soluble protein	1,501.52 ± 7.47 <sup>b1)</sup>	1,072.21 ± 4.14 <sup>c</sup>	9,839.52 ± 27.41 <sup>a</sup>
Reducing sugar	1,813.94 ± 10.18 <sup>a</sup>	472.70 ± 9.72 <sup>c</sup>	1,670.98 ± 17.95 <sup>b</sup>
Free sugar			
Arabinose	530.02	nd <sup>2)</sup>	228.26
Sucrose	610.18	nd	97.01
Glucose	nd	nd	602.00
Maltose	nd	nd	263.15
Total	2,954.140	0	2,598.25

<sup>1)</sup>The soluble protein and reducing sugar value presents the mean ± SD of triplicate determinations and different superscripts within the row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

<sup>2)</sup>nd is not detected.

#### 환원당과 유리당

가죽나무 부위별 환원당과 유리당의 함량은 Table 2에 나타내었다. 환원당 함량은 뿌리(1,813.94 mg%) > 잎(1,670.98 mg%) > 줄기(472.70 mg%)의 순으로 함유하였다. 유리당의 함량 및 종류는 잎에서 1,190.42 mg%로 glucose (602.00 mg%), maltose (263.15 mg%), arabinose (228.26 mg%), 그리고 sucrose (97.01 mg%)를 함유하여 뿌리와 줄기보다 종류 및 유리당의 총량이 가장 많았다. 뿌리에서는 arabinose (530.02 mg%)와 sucrose (610.18 mg%)로 구성되어 총 1,140.20 mg%의 유리당을 함유하였으며, 줄기에서는 유리당이 동정되지 않았다.

Joo와 Kang (28) 그리고 Lee(29)는 구릿대 뿌리에는 환원당 1,850 mg%, 유리당 80 mg%를 함유하고, 잎에는 1,687.10 mg%의 환원당과 57.30 mg%의 유리당을 함유한다고 보고한 바 있다. 이러한 결과와 비교하면 가죽나무 뿌리와 잎의 환원당은 구릿대와 유사한 함량을 보였으며 유리당은 약 14~20배 이상 높게 함유하였다. 그러나 Jeong 등(30)이 보고한 뽕나무 줄기에서 환원당 513 mg%와 유리당 144 mg%를 함유하였다는 보고와 비교하면 가죽나무 줄기의 당 함유량은 낮은 것으로 분석되었다.

#### 유리아미노산 및 아미노산 유도체

가죽나무의 부위별 유리아미노산과 아미노산 유도체의 조성과 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 뿌리의 유리아미노산 총량은 2,018.58 mg%로 필수아미노산 191.15 mg%, 비필수 아미노산 1,827.43 mg%로 valine (99.76

**Table 3. Compositions of free amino acids and amino acid derivatives in different parts of *Ailanthus altissima***

(mg%-dry weight)			
Composition	Roots	Stems	Leaves
Essential amino acid			
Threonine	13.05	9.51	30.53
Methionine	tr <sup>1)</sup>	12.94	tr
Isoleucine	27.96	22.31	68.66
Leucine	tr	22.75	18.37
Phenylalanine	8.55	22.48	97.01
Valine	99.76	17.66	96.90
Lysine	41.83	17.21	28.80
Total essential amino acid	150.32	107.65	311.47
Non essential amino acid			
Aspartic acid	252.82	47.07	171.67
Serine	19.41	22.83	49.69
Glutamic acid	38.15	45.82	tr
Glycine	11.62	10.07	16.74
Alanine	30.15	57.16	196.81
Cystine	tr	23.11	69.24
Tyrosine	16.74	23.43	163.34
Histidine	11.91	4.72	27.46
Arginine	1,446.63	68.48	10.72
Proline	tr	tr	24.94
Total non-essential amino acid	1,977.75	410.34	1,017.14
Total amino acids	2,018.58	427.55	1,070.88
Amino acid derivatives			
Phosphoserine	64.38	40.22	129.57
Taurine	61.88	nd <sup>2)</sup>	nd
Phosphoethanolamine	2.89	nd	16.52
$\alpha$ -aminoadipic acid	7.37	5.28	12.85
Citruline	4.78	nd	nd
$\alpha$ -aminoisobutyric acid	nd	nd	56.86
$\beta$ -alanine	13.40	4.18	17.34
$\beta$ -aminoisobutyric acid	12.26	nd	nd
$\gamma$ -aminoisobutyric acid	179.48	59.35	493.66
DL-5-hydroxylysine	12.92	12.76	14.88
Cystathionine	4.26	23.45	39.02
Ornithine	25.16	nd	nd
Anserine	42.17	nd	nd
Total	2,407.36	574.79	1,851.580

<sup>1)</sup>t is trace.

<sup>2)</sup>nd is not detected

mg%), aspartic acid (252.82 mg%)의 함량이 비교적 높았으며 특히 arginine은 1,446.63 mg%로 뿌리의 유리아미노산 총량의 70% 이상을 차지하였다. 줄기에는 총 427.55 mg%로 필수아미노산 124.86 mg%, 비필수아미노산 302.69 mg%이었으며 뿌리와 잎에서 미량 함유한 methionine을 12.94 mg% 함유하였다. 잎에서는 필수아미노산이 340.27 mg%이었으며, 비필수아미노산은 730.61 mg%로 총 1,070.88 mg%의 유리아미노산을 함유하였고 alanine (196.81 mg%), tyrosine (163.34 mg%), aspartic acid (171.67 mg%)의 함유량이 비교적 높았다.

아미노산 유도체는 Table 3에 나타낸 것과 같이 뿌리에는  $\gamma$ -aminoisobutyric acid (179.48 mg%)와 taurine (61.88 mg%) 등 총 12종류의 아미노산 유도체가 분리되었으며 430.95 mg%를 함유하였다. 줄기에는 6종류의 아미노산 유도체에서 145.24 mg%이 분리 동정되었으며, 잎에서는 8종류의 유도체가 분리되어 780.70 mg%가 함유된 것으로 분석되었다. 잎에서는 총 780.70 mg%의 아미노산 유도체를 함유하였으며 이중  $\gamma$ -aminoisobutyric acid가 493.66 mg%로 가장 많았고, phosphoserine은 129.57 mg%으로 아미노산 유도체의 80%를 차지하였다. 모든 부위에서  $\gamma$ -aminoisobutyric acid와 phosphoserine의 함량이 높았으며, taurine,  $\beta$ -aminoisobutyric acid, ornithine, anserine은 뿌리에서만 동정되었으며  $\alpha$ -aminoisobutyric acid는 잎에서만 동정되었다.

본 가죽나무의 뿌리와 잎의 유리아미노산과 아미노산 유도체의 함량 실험 결과를 구릿대 뿌리에서는 17.04 mg%의 유리아미노산과 3.37 mg%의 아미노산 유도체를 함유한다는 결과(28)와 구릿대 잎에서는 유리아미노산 139.25 mg%와 아미노산 유도체 101.39 mg%로 arginine, glutamic acid 그리고  $\gamma$ -aminoisobutyric acid 등의 함량이 높다는 보고(29)와 비교하면 가죽나무가 구릿대보다 매우 높았다. 또한 Lee 등(31)은 싸리 줄기에는 106.39 mg%의 유리아미노산과 30.01 mg%의 아미노산 유도체를 함유하였다고 보고하여 본 실험의 가죽나무 줄기의 유리아미노산과 아미노산 유도체의 함량이 싸리 줄기보다 4배 이상 높았다. Choi (32)는 수용성인 유리아미노산은 식품에 있어서 영양적 기능성 이외에도 식품에 잔존하여 맛을 형성하는 중요한 성분으로서 소량으로도 음식의 맛을 내는데 매우 중요한 요소가 된다고 보고하였다. 한방생약재로 이용되고 있는 가죽나무의 뿌리에는 특히 쓴맛과 감칠맛(33,34)에 관여하는 arginine과 aspartic acid를 다량 함유하며, 잎에는 감칠맛을 나타내는 alanine과 aspartic acid의 함유량이 많았다. 또한 가죽나무 뿌리에는 어패류에 풍부한 taurine 성분이 높은 조성으로 함유되어 있어 있었다. Taurine은 식물류에서는 소량 존재하거나 거의 존재하지 않는 성분으로 항산화 작용(35), 콜레스테롤 저하(36), 간기능 증진 및 개선(37) 그리고 혈당상승 억제(38)에 효과가 있는 것으로 보고되어 있다. 이는 가죽나무 뿌리가 간기능을 향상시킨다는 Kim 등(17)

의 보고로 미루어보아 뿌리에 함유된 다량의 taurine 성분이 간기능 보호 및 향상에 효과적으로 작용한다는 결과이며 이를 이용하여 기능성 식품이나 음료 등의 개발에 유용하게 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

Table 4. Contents of mineral components in different parts of *Ailanthus altissima*

Elements	(mg%-dry weight)		
	Roots	Stems	Leaves
Li	0.47 ± 0.00 <sup>1)</sup>	0.17 ± 0.01	0.14 ± 0.00
Na	20.74 ± 0.67	11.20 ± 0.30	4.91 ± 0.34
Mg	183.48 ± 1.33	121.52 ± 1.21	224.40 ± 2.32
Al	280.20 ± 1.62	4.18 ± 0.00	1.43 ± 0.48
K	866.00 ± 5.26	501.40 ± 9.22	1,710.60 ± 9.22
Ca	1,544.00 ± 11.85	1,272.40 ± 21.00	1,459.00 ± 9.91
Cr	1.52 ± 0.10	1.46 ± 0.08	0.78 ± 0.09
Mn	11.13 ± 0.04	1.49 ± 0.05	9.98 ± 0.10
Fe	208.40 ± 3.58	18.34 ± 2.98	20.90 ± 0.38
Co	0.06 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.03 ± 0.00
Ni	0.40 ± 0.00	0.51 ± 0.01	0.21 ± 0.00
Cu	0.90 ± 0.01	1.09 ± 0.07	0.55 ± 0.02
Ge	0.13 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.00
Zn	1.91 ± 0.00	2.54 ± 0.00	1.58 ± 0.01
Se	nd <sup>2)</sup>	nd	0.01 ± 0.01
Total	3,119.34	1,936.33	3,434.52

<sup>1)</sup>The results are mean ± SD of triplicate determinations.

<sup>2)</sup>nd is not detected

#### 무기질 함량

가죽나무의 무기질 성분을 측정된 결과 잎(3,434.53 mg%) > 뿌리(3,121.34 mg%) > 줄기(1,936.33 mg%)의 순으로 모든 부위에서 Ca와 K의 함량이 매우 높았다(Table 6). 가죽나무 뿌리에는 Ca (1,544.00 mg%), K (866.00 mg%) 뿐만 아니라 Al (280.20 mg%) 그리고 Fe (208.40 mg%) 등의 함량 또한 비교적 높았으며, 줄기에서는 Ca와 K가 각각 1,272.40 mg%와 501.40 mg%였으며, Mg를 121.52 mg%의 함유하였다. 잎에서는 K가 1,710.60 mg%로 가장 많았으며, Ca 1,459.00 mg% 그리고 Mg는 224.40 mg%를 함유하였다. 모든 부위에서 Ca, K, Mg 등의 함유량이 높아 줄기와 잎의 무기질 총 함유량의 약 98%를 차지하였으며, 뿌리의 무기질 총량의 83%를 함유하였다. 가죽나무 뿌리는 무기질 총량은 잎보다 낮았으나 뿌리의 Al (280.20 mg%) 함유량은 줄기보다는 65배 이상, 잎보다는 약 190배 이상 많았으며, 뿌리의 Fe (208.40 mg%)의 함유량도 줄기와 잎보다 10배 이상 많이 함유된 것으로 분석되었다.

창포의 무기질을 분석한 Kim 등(39)은 창포 뿌리는

431.46 mg%의 무기질을 함유하며 잎에서는 816.30 mg%로 Ca와 K의 함량이 비교적 높다고 보고하였다. 또한 Hwang 등(26)은 감초(1,547.6 mg%), 계피(1,329.9 mg%), 두충(2,517.5 mg%), 두충잎(2,628.2 mg%)의 결과와 비교하여 가죽나무의 무기질 함량은 창포나 감초, 계피보다는 높았으나 가죽나무 줄기는 두충과 두충잎보다는 낮게 함유하였다. 그러나 가죽나무에는 Ca, K, Mg 등을 다량 함유하며 특히 뿌리에는 Al과 Fe의 함유량 또한 높아 우수한 무기질 공급원으로 여러 가지 생리적 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

### 총 폴리페놀 화합물

가죽나무의 뿌리와 줄기 그리고 잎에 함유된 폴리페놀 화합물과 부위별로 물과 에탄올을 용매로 추출, 농축한 추출물의 폴리페놀 함량을 측정된 결과는 Table 5에 나타내었다. 가죽나무 부위별 폴리페놀 함량은 잎(821.58 mg%) > 뿌리(365.44 mg%) > 줄기(210.14 mg%)의 순으로 잎의 폴리페놀 함량이 뿌리와 줄기보다 2~4배 높았다. 물을 용매로 추출한 가죽나무의 폴리페놀은 6,812.28~8,040.35 mg%이었으며, 에탄올 추출물은 5,066.67~7,856.14 mg%으로 잎 추출물이 가장 많은 폴리페놀 화합물을 함유하였다.

본 실험 결과를 국내 식물성 식품의 총 폴리페놀의 함량을 분석한 Lee와 Lee(40)의 감잎(580 mg%), 칩뿌리(201 mg%), 생강(167 mg%), 죽(111 mg%) 등의 결과와 Lee 등(31)의 싸리 줄기는 114 mg%의 폴리페놀을 함유하였다는 보고와 비교하여 가죽나무의 뿌리와 줄기는 감잎보다는 적은 폴리페놀을 함유하였으나 그 외의 다른 식물보다는 많은 폴리페놀을 함유하였다. 또한 산뽕나무의 뿌리와 줄기 그리고 잎의 물 추출물은 198.5~451.6 mg%이며, 에탄올 추출물은 236.2~388.9 mg%의 폴리페놀을 함유한다는 Sa 등(41)의 결과와 본 실험결과를 비교하면 가죽나무의 부위별 폴리페놀 함유량이 13~30배 이상 높은 것으로 분석되어 가죽나무에는 항산화, 항암 등의 다양한 생리활성을 가진 폴리페놀 화합물이 다량 함유된 것으로 나타났다.

### 총 플라보노이드 화합물

부위별 가죽나무에 함유된 플라보노이드 화합물과 환류

Table 5. Contents of total polyphenol compounds in different parts and extracts of *Ailanthus altissima*

	(mg%)		
	Roots	Stems	Leaves
Dry weight	365.44 ± 16.71 <sup>bl</sup>	210.14 ± 2.04 <sup>c</sup>	821.58 ± 4.56 <sup>a</sup>
Extract	Water	6,014.04 ± 66.23 <sup>c</sup>	6,812.28 ± 80.40 <sup>b</sup>
	Ethanol	5,066.67 ± 40.20 <sup>c</sup>	6,285.96 ± 26.32 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>All value presents the mean ± SD of triplicate determinations and different superscripts within the row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

추출기를 이용하여 물과 에탄올을 용매로 추출하여 농축한 가죽나무 부위별 추출물에 함유된 플라보노이드 화합물을 측정된 결과 가죽나무 잎에서 가장 많은 플라보노이드를 함유하였다(Table 6). 가죽나무 뿌리에는 82.56 mg%였으며, 물 추출물은 379.44 mg%, 에탄올 추출물에서는 701.67 mg%의 플라보노이드가 함유된 것으로 분석되었다. 줄기는 59.22~64.78 mg%로 식물체가 추출물보다 플라보노이드 함량이 약간 많았다. 가죽나무의 잎에서는 2,501.67 mg%로 뿌리와 줄기보다 약 30배 이상 많은 플라보노이드를 함유하였으며, 잎의 물 추출물은 7,790.56 mg%, 특히 에탄올 추출물은 13,592.20 mg%로 뿌리 추출물과 비교하여 약 20배, 줄기 추출물보다는 200배 이상의 플라보노이드를 함유하였다.

항산화 활성을 나타내는 약용식물 추출물의 플라보노이드 함량을 측정된 Kim 등(42)은 인삼, 당귀, 산약 등에서 237~720 mg%를 함유하며 음양곽에서는 3,800 mg%라고 보고하였다. 또한 Lee 등(43)은 쇠무릅, 서덜취 등과 같은 산채류 추출물의 플라보노이드는 141~762 mg%를 함유한다는 결과와 비교하여도 가죽나무의 잎과 뿌리 추출물의 플라보노이드 함량이 매우 높은 것으로 분석되었다.

Table 6. Contents of total flavonoids compounds in different parts and extracts of *Ailanthus altissima*

	(mg%)		
	Roots	Stems	Leaves
Dry weight	82.56 ± 1.92 <sup>bl</sup>	64.78 ± 3.85 <sup>b</sup>	2,501.67 ± 16.67 <sup>a</sup>
Extract	Water	379.44 ± 19.25 <sup>b</sup>	7,790.56 ± 38.49 <sup>a</sup>
	Ethanol	701.67 ± 16.67 <sup>b</sup>	13,592.20 ± 50.92 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>All value presents the mean ± SD of triplicate determinations and different superscripts within the row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

## 요 약

본 연구는 뿌리를 저근백피라는 한방생약재로 사용하는 가죽나무(*Ailanthus altissima*)의 뿌리와 줄기 그리고 잎을 기능성 식품을 개발하기 위한 연구의 일환으로 영양성분과 생리활성 물질의 함유량을 측정하였다. 일반성분을 분석한 결과 뿌리에는 조회분(9.20%)과 조단백질(7.86%)이 많았으며, 잎에는 조단백질(11.36%) 그리고 줄기에서는 탄수화물(81.74%)의 함유량이 비교적 높았다. 수용성 단백질은 잎에서 9,839.52 mg%로 뿌리와 줄기보다 매우 많이 함유하였으며, 환원당과 유리당은 뿌리에서 1,813.94 mg%와 1,140.20 mg%, 잎에서는 1,670.98 mg%와 1,190.42 mg%를 함유하였다. 유리아미노산은 뿌리에서 2,018.58 mg%로 잎(1,070.88 mg%)과 줄기(427.55 mg%)보다 많이 함유하였으며, 특히 뿌리에는 arginine과 aspartic acid의 함유량이 매우

높아 유리아미노산의 약 85%를 차지하였다. 아미노산 유도체 함량은 잎에서 780.70 mg%로 가장 높았으며, 뿌리는 430.95 mg%를 함유하였다. 이중 뿌리에는 항산화 및 간기능 향상에 효과가 있는 것으로 알려진 taurine을 61.68 mg% 함유하였다. 가죽나무의 부위별 무기질을 분석한 결과 모든 부위에서 Ca와 K 그리고 Mg의 함유량이 매우 높아 무기질 총량의 83~98%를 차지하였으며, 뿌리에는 Fe와 Al의 함량도 비교적 높았다. 가죽나무의 부위별 시료와 추출물에 대한 폴리페놀과 플라보노이드 화합물을 측정 한 결과, 잎에는 821.58 mg%의 폴리페놀과 2,501.67 mg%의 플라보노이드를 함유하였으며, 추출물 또한 잎의 물 추출물에서 8,040.35 mg%의 폴리페놀과 에탄올 추출물에서 13,592.20 mg%의 플라보노이드를 함유하였다. 이상의 결과 한방생약재로 사용되고 있는 가죽나무의 뿌리를 포함하여 잎에서도 영양성분과 생리활성 물질이 다량 함유된 것으로 분석되었다.

### 참고문헌

- Hatano, T. (1995) Constituents of natural medicines with scavenging effect on active oxygen species-tannins and related polyphenols. *Nat. Med.*, 49, 357-363
- Heo, S.J., Yang, M.Y. and Cho, E.J. (2001) Analysis of *Umbelliferaeae* wild plants and antioxidative activity of pork meat products added with wild plants. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 17, 456-463
- 최영진. (1992) 산나물 재배와 이용법. 오성출판사, 서울, p.206
- Lee, T.B. (1993) Illustrated flora of Korea. 5th ed. Hyangmoonsa, Seoul, Korea. p.505-506
- Kim, T.W. (1996) The woody plants of Korea in color 4th. Kyo-Hak Publishing Co., p.485-486
- 江蘇新醫學院. (1979) 中藥大辭典. 1th. 下冊, 上海, 中國, p. 2577-2579
- 구본홍. (1994) 동의보감 한글완역본(허준 저). 대중서관, 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, 中國, 5, 3-6
- Barakat, H.H. (1998) Chemical investigation of the constitutive phenolics of the structure of a new flavone glycoside gallate. *Nat. Prod. Sci.*, 4, 153-157
- Kazuya, K., Katsuyoshi, M., Kazuo, K. and Taichi, O. (1994) Studies on the constituents of *Ailanthus integrifolia*. *Chem. Pharm. Bull.*, 42, 1669-1671
- Lee, Y.S. (2007) Physiological activities of hot water extract from *Ailanthus altissima*. *Korean J. Food Preserv.*, 14, 170-176
- Lee, D.G., Chang, Y.S., Park, Y.K., Hahm, K.S. and Woo, E.R. (2002) Antimicrobial effects of ocotillone isolated from stem bark of *Ailanthus altissima*. *J. Microbiol. Biotechnol.*, 12, 854-857
- Kim, K.W., Baek, J.K., Jang, Y.W., Kim, E.J., Kwon, Y.S., Li, H.J. and Sohn, H.Y. (2005) Screening of antibacterial agent against *Streptococcus* mutants from natural and medicinal plants. *J. Life Sci.*, 15, 715-725
- Kubota, K., Fukamiya, N., Tokuda, H., Nishino, H., Tagahara, K., Lee, K.H. and Okano, M. (1997) Quassinoids as inhibitors of epstein-barr virus early antigen activation. *Cancer Lett.*, 113, 165-168
- Jeong, Y.M., Park, S.K., Lee, K.J., Kim, Y.M., Yun, Y.G., Kim, W.S., Han, D.M., An, W.G., Yoon, Y.S. and Jeon, B.H. (2003) Effect of *Ailanthus altissima* on the apoptosis and cell cycle of HL-60 leukemia cell line. *Korean J. Ori. Physiol, Pathol.*, 17, 914-922
- Hwang, W.G., Lee, H.C., Kim, C.K., Kim, D.G., Lee, G.O., Yun, Y.G. and Jeon, B.H. (2002) Effect of *Ailanthus altissima* water extract on cell cycle control genes in Jurkat T lymphocytes. *Yakhak Hoeji*, 46, 18-23
- Kim, J., Kim, H.K., Park, S.W., Choi, J.W. and Lee, C.K. (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
- Pascual-villalobos, M.J. and Robledo, A. (1998) Screening for anti-insect activity in mediterranean plants. *Industr. Crops Prod.*, 8, 183-194
- A.O.A.C. (1995) Official method of analysis. 18th ed., Association of official analytical chemists. Washington, USA, p.210-219
- Lowry, O.H., Roserbrough, N.J., Farr, A.L. and Randall, R.J. (1951) Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265-275
- Nelson, N. (1944) A photometric adaption of the somogyi method for determination of glucose. *J. Biol. Chem.*, 153, 375-381
- Shim, K.H., Sung, N.K., Choi, J.S. and Kang, K.S. (1989) Changes in major components of japanese apricot during ripening. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 18, 101-108
- Yun, S.I., Choi, W.J., Choi, Y.D., Lee, S.H., Yoo, S.H., Lee, E.H. and Ro, H.M. (2003) Distribution of heavy metals in soils of Shihwa tidal freshwater marshes. *Korean J. Ecol.*, 26, 65-70
- Swain, T., Hillis, W.E. and Ortega, M. (1959) Phenolic

- constituents of *Ptunus domestica* I. Quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, 10, 83-88
25. Nieva-Moreno, M.I., Isla, M.I., Sampietro, A.R. and Vattuone, M.A. (2000) Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J. Ethnopharmacol.*, 71, 109-114
  26. Hwang, J.B., Yang, M.O. and Shin, H.K. (1997) Survey for approximate composition and mineral content of medicinal herbs. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 29, 671-679
  27. Kim, N.W., Joo, E.Y. and Kim, S.K. (2003) Analysis on the components of the fruit of *Elaeagnus multiflora* Thumb. *Korean J. Food Preserv.*, 10, 534-539
  28. Joo, E.Y. and Kang, W.J. (2005) Analysis on the components of the *Angelica dahurica* root. *Korean J. Food Preserv.*, 12, 476-481
  29. Lee, Y.S. (2007) Analysis of components of *Angelica dahurica* leaves. *Korean J. Food Preserv.*, 14, 492-496
  30. Jeong, C.H., Joo, O.S. and Shin, K.H. (2002) Chemical components and physiological activities of young Mulberry (*Morus alba*) stem. *Korean J. Food Preserv.*, 9, 228-233
  31. Lee, Y.S., Joo, E.Y. and Kim, N.W. (2005) Analysis on the components in stem of the *Lespedeza bicolor*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 34, 1246-1250
  32. Choi, Y.W. (2002) Development of labor saving and environment friendly cultivation method for the production of high quality perilla leaf in Muryang area. The ministry of agriculture and forestry. The final research paper. p.322-339
  33. Solms, J. (1969) The taste of amino acids, peptides, and proteins. *J. Agric. Food Chem.*, 17, 686-688
  34. Mau, J.L., Chyau, C.C., Li, J.Y. and Tseng, Y.H. (1997) Flavor components in straw mushrooms *Volvariella volvacea* harvested at different stages of maturity. *J. Agric. Food Chem.*, 45, 4726-4729
  35. Chang, L., Xu, J.X., Zhao, J., Pang, Y.Z., Tang, C.S. and Qi, Y.F. (2004) Taurine antagonized oxidative stress injury induced by induced by homocysteine in rat vascular smooth muscle cells. *ACTA Pharmacol. Sinica*, 25, 341-346
  36. Chen, W., Matuda, K., Nishimura, N. and Yokogoshi, H. (2004). The effect of taurine on cholesterol degradation in mice fed a high-cholesterol diet. *Life Sci.*, 74, 1889-1898
  37. Huxtable, R.J. (1992) Physiological actions of taurine. *Physiol. Rev.*, 72, 101-163
  38. Kulakowaski, E.C. and Matsuo, J. (1984) Hypoglycemic properties if taurine nor mediated be enhanced insuline release. *Biochem. Pharmacol.*, 33, 2835-2838
  39. Kim, H.J., Kim, S.W. and Shin, C.S. (2000) Analysis of chemical composition in leaf and root of *Acorus calamus* L. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32, 37-41
  40. Lee, J.H. and Lee, S.R. (1994) Analysis of phenolic substances content of Korea plant foods. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 26, 310-316
  41. Sa, J.H., Jin, Y.S. Shin, I.C. Shim, T.H. and Wang, M.H. (2004) Photoprotective effect and antioxidative activity from different organs of *Morus Bombycis* Koidzumi. *Kor. J. Pharmacogn.*, 35, 207-214
  42. Kim, E.Y., Baik, I.H., Kim, J.H., Kim, S.R. and Rhyu, M.R. (2004) Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 36, 333-338
  43. Lee, S.O., Lee, H.J., Yu, M.H., Im, H.G. and Lee, I.S. (2005) Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 37, 233-240

---

(접수 2008년 1월 9일, 채택 2008년 3월 28일)