

# 뽕잎 (*Morus alba* L.)의 물과 80% Ethanol 추출물의 Angiotensin Converting Enzyme과 Xanthine Oxidase에 대한 활성억제효과와 탐색

조영제\* · 천성숙<sup>1</sup> · 권효정 · 김정환 · 이경환 · 안봉전<sup>2</sup> · 추재원<sup>3</sup>

상주대학교 식품공학과, <sup>1</sup>영남대학교 식품가공학과, <sup>2</sup>대구한의대학교 화장품약리학과  
<sup>3</sup>경상북도 농업기술원 잠사곤충사업장

## Inhibitory Effects of Water and 80% Ethanol extracts from Mulberry Leaves (*Morus alba* L.) on Angiotensin Converting Enzyme and Xanthine Oxidase

Young-Je Cho\*, Sung-Sook Chun<sup>1</sup>, Hyo-Jung Kwon, Jeung-Hoan Kim,  
Kyoung-Hwan Lee, Bong-Jeon An<sup>2</sup> and Jai-Weon Choo<sup>3</sup>

Department of Food Engineering Sangju National University, Sangju 742-711, Korea

<sup>1</sup>Department of Food Science & Technology Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

<sup>2</sup>Department of Cosmeceutical Science Daegu Hanny University, Gyeongsan 712-715, Korea

<sup>3</sup>Sericulture & Entomology Experiment Station, Gyeong-buk Agricultural Technology Administration,  
Sangju 742-040, Korea

Received October 13, 2005; Accepted March 30, 2006

The objective of this research was to evaluate the ability of water and 80% ethanol extracts from one hundred eight mulberry leaves (*Morus alba* L.) to influence the inhibitory activity of angiotensin converting enzyme (ACE) and xanthine oxidase (XOase). The total phenol contents were that water extracts of ten species (Kakjyongsan (*Morus alba* L.), Daejungsun (*Morus alba* L.) etc.) and 80% ethanol extracts of twenty three species (Waryoung (*Morus alba* L.), Hasusang (*Morus alba* L.) etc.) showed more than 15 mg/g. The inhibitory activity on angiotensin converting enzyme (ACE) were that ten species (YamanakkadakKaskke (*Morus alba* L.), Mijiro (*Morus alba* L.) etc.) showed 100% inhibition rate both of water extracts and 80% ethanol extracts. The rest, water extracts of thirty four species (Cheongilppong (*Morus alba* L.) etc.) and 80% ethanol extracts of thirty four species (Wonjukojo (*Morus alba* L.) etc.) showed inhibitory activity (above 90%) on ACE. Also, to search of xanthine oxidase (XOase) inhibition were that water extracts of five species (Cheongsipjosaeng (*Morus alba* L.), Suwon 3 (*Morus alba* L.) etc.) and 80% ethanol extracts of Jeokmok (*Morus alba* L.) showed inhibitory activity (above 50%) on XOase. This result revealed, strong biological activity in spite of has a little total phenol contents. These water and 80% ethanol extracts from mulberry leaves (*Morus alba* L.) are expected good candidate for development into anti-hypertentive and anti-gout sources.

**Key words:** biological activity, Mulberry Leaves (*Morus alba* L.), angiotensin converting enzyme, xanthine oxidase

### 서 론

최근 우리나라를 비롯한 세계 각국에서는 급격한 생활수준의 향상으로 다양한 종류의 성인병 발병이 증가되고 있다. 특히 평균수명이 길어지면서 고혈압과 당뇨, 중풍 등 성인병으로 고생

하는 사람들이 급격히 증가하고 있다. 그리고 발생연령도 점차 낮아져 30대나 40대부터 성인병으로 고생하는 사람이 많아지는가 하면 이동기 때부터 당뇨병에 걸리는 경우가 갈수록 증가하고 있다. 성인병은 각 질병마다 발병 위험 인자가 틀리지만 이의 위험 인자로는 평균수명의 연장, 과도한 양분섭취, 각종공해, 스트레스, 고지혈증, 비만, 흡연, 음주, 운동부족, 불규칙적인 생활, 당뇨병 등이 큰 원인으로 작용하고 있다.<sup>1,2)</sup>

최근 질병을 예방 혹은 치료할 수 있는 기능은 식품이나 식물체도 가지고 있다는 것이 보고되고 있으며,<sup>3)</sup> 보다 건강하게

\*Corresponding author

Phone: 82-54-530-5265; Fax: 82-54-530-5269

E-mail: yjcho@sangju.ac.kr

오래 살려주는 인류의 필요성에 따라 근래에 이르러 우리나라뿐만 아니라 세계적으로 다양한 자원으로부터 다양한 생리기능을 가진 물질을 탐색하려는 연구가 활발히 진행되고 있는데, 그 중에서도 특히 식물자원에 포함된 화합물에 많은 관심이 집중되고 있다.<sup>4)</sup> 이러한 식물 자원 중 뽕잎은 2,200여년 전부터 섭취되어 왔으며, 세계 최초의 의약서인 신농본초경(神農本草經)에 뽕잎과 뽕나무 뿌리껍질인 상백피(桑白皮)가 약으로 좋다고 기록되어 있어서 뽕나무를 섭취한 역사는 매우 길다. 그 후 소송(蘇頌), 신선복식방(神仙服食方), 깎다양생기(喫茶養生記), 오처경(吾處經), 본초강목(本草綱目) 등 중국과 일본의 한방서에서 뽕잎의 효과와 먹는 방법 등이 많이 기록되어 있는데, 우리 나라에서의 기록은 조선조 선조 때 허준의 동의보감(東醫寶鑑)에 '뽕잎은 따뜻하고 독이 없으며 각기(脚氣)와 수종(水腫)을 없애 주고 대소장을 이롭게 하며 하기(下氣)하고 풍통(風痛)을 없앤다.'라 되어 있다. 이러한 뽕잎은 중국의 청초점(靑草店)에서 당뇨병, 뇌 중풍, 각기병 등을 치료하는데 이용되고 있다.<sup>1)</sup> 이와 관련하여 본 연구에서는 108종의 뽕잎을 이용하여 식물자원에 풍부한 페놀 화합물이 Angiotensin converting enzyme(ACE) 및 Xanthine Oxidase(XOase) 등 기타 생리활성연구에 있어 큰 저해효과를 일으킨다는 보고<sup>5,7)</sup>를 토대로, 총 페놀함량을 측정하고, 그와 관련해 혈압상승효소인 Angiotensin converting enzyme(ACE)의 활성억제효과와 통풍을 일으키는 Xanthine Oxidase(XOase)의 활성억제효과를 측정하여 뽕잎의 종류에 따른 물과 80% 에탄올 추출물로의 생리활성효과를 탐색함으로써 새로운 기능성 식품 소재 개발을 위한 기초 자료를 확보하고자 하였다.

**재료 및 방법**

**시약.** Xanthine Oxidase(XOase), xanthine, Angiotensin converting enzyme(ACE), hippuryl-L-histidyl-L-leucine(HHL), hippuric acid 등은 Sigma사(USA)의 특급시약을 사용하였으며, Folin-ciocalteu시약, trichloroacetic acid(TCA), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 등은 일제 특급시약을 사용하였다.

**시료의 선정 및 추출물의 제조.** 본 실험에서 사용된 뽕잎은 국립 상주대학교내 잠사곤충시험장과 경북 상주시에 소재되어 있는 잠사곤충시험장에서 108종을 획득하여, 이를 건조시킨 후 분쇄하여 저온저장 하면서 이용하였으며, 뽕잎의 물 추출물은 시료 1g을 증류수 200 ml에 넣고 액이 100 ml가 될 때까지 가열 한 후 냉각하고, 에탄올 추출물은 시료 1g을 80% 에탄올 100 ml에 가하여, 이들 모두를 150 rpm에서 24시간 교반 추출한 뒤 10,000 rpm으로 15분간 원심분리하고, 각각의 상정액을 Whatman No. 1 여과지로 여과하여 시료로 사용하였다.

**총 페놀함량의 측정.** 시료 추출물의 총 페놀함량은 다음과 같이 Folin-Danis법으로 정량하였다.<sup>8)</sup> 시료액 1 ml에 95% 에탄올 1 ml, 증류수 5 ml, 그리고 1 N-Folincioalteu시약 0.5 ml를 각각 가하여 잘 섞어주고 5분간 발색시킨 후, 5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 ml를 가하고 어두운 실온에 정치시킨 후 1시간 이내에 725 nm에서 흡광도를 측정하여 gallic acid를 이용한 표준곡선으로 양을 환산하였다.

**Angiotensin converting enzyme(ACE) 활성억제 측정.** ACE 활성억제 측정<sup>9)</sup>은 0.3 M NaCl을 함유하는 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 8.3)에 2.5 mM Hippuryl-histidyl-leucine을 녹인 기질액 0.15 ml에 ACE(0.125 U/ml) 0.1 ml와 시료액 0.1 ml를 가하고 대조구에는 시료액 대신 증류수를 0.1 ml를 첨가하여 37°C에서 30분간 반응시키고 1 N-HCl 0.35 ml를 가하여 반응을 종료시킨 뒤 ethyl acetate 3 ml를 가하고 ethyl acetate층만을 취하여 evaporating한 뒤 그 잔사에 증류수 2 ml를 가하여 효소에 의해 기질로부터 분리되어 추출된 hippuric acid를 녹여 280 nm에서 흡광도를 측정하여 구한 뒤 표준곡선에서 양을 환산하여 아래의 식에 의해 저해율(%)을 계산하였다.

$$\text{저해율}(\%) = \left(1 - \frac{\text{반응구의 hippuric acid 생성량}}{\text{대조구의 hippuric acid 생성량}}\right) \times 100$$

**Xanthine Oxidase(XOase) 활성억제 측정.** XOase 활성억제 측정은 Stirpe와 Corte<sup>9)</sup>의 방법에 따라 측정하였다. 즉 반응구는 0.1 M potassium phosphate buffer(pH 7.5)에 Xanthine 2 mM을 녹인 기질액 1 ml에 Xanthine Oxidase(0.25 U/ml) 0.1 ml와 시료액 0.1 ml를 가하고 대조구에는 시료액 대신 증류수를 0.1 ml 첨가하여 37°C에서 5분간 반응시키고 20% trichloroacetic acid (TCA) 1 ml를 가하여 반응을 종료시키고 3,500 rpm에서 15분간 원심분리하여 단백질을 제거한 후 반응액 중에 생성된 uric acid양을 292 nm에서 흡광도를 측정하여 구한 뒤 표준곡선에서 양을 환산하여 아래의 식에 의해 저해율(%)을 계산하였다.

$$\text{저해율}(\%) = \left(1 - \frac{\text{반응구의 uric acid 생성량}}{\text{대조구의 uric acid 생성량}}\right) \times 100$$

**결과 및 고찰**

**총 페놀함량의 측정.** 식물에 존재하는 많은 phytochemical 중 페놀 화합물이나 플라보노이드류는 여러 가지 식품에 널리 분포되어 있으며<sup>10-12)</sup> 이 중 페놀 화합물은 phenolic hydroxyl기를 가지기 때문에 단백질 및 기타 거대 분자들과 결합하는 성질을 가지며, 항산화 효과 등의 여러 생리활성기능을 가진다<sup>13)</sup>는 보고가 있어 Angiotensin converting enzyme(ACE) 활성억제효과 및 Xanthine Oxidase(XOase) 활성억제효과에 영향을 미칠 것으

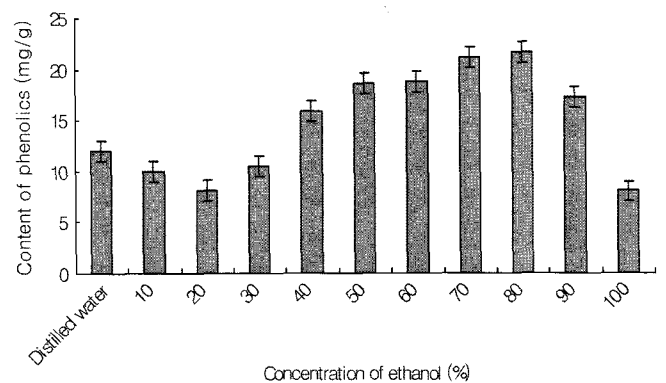


Fig. 1. Effect of ethanol concentration on extract of phenolic from Cheongilppong (*Morus alba* L.).

Table 1. Mulberry leaves (*Morus alba* L.) used for experiment

Scientific names	Korean names
Cheongilppong ( <i>Morus alba</i> L.)	청일뽕
Cheongolppong ( <i>Morus alba</i> L.)	청올뽕
Kosu9 ( <i>Morus alba</i> L.)	고수9
Kumsang ( <i>Morus alba</i> L.)	금상
Sawonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	사원뽕
Waryoung ( <i>Morus alba</i> L.)	와룡
Subongppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수봉뽕
Keomseolppong ( <i>Morus alba</i> L.)	검설뽕
Cheongwoonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	청운뽕
Daeryukppong ( <i>Morus alba</i> L.)	대륙뽕
Hasusang ( <i>Morus alba</i> L.)	하수상
Yongcheonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	용천뽕
Sinilppong ( <i>Morus alba</i> L.)	신일뽕
Yangmyunsang ( <i>Morus alba</i> L.)	양면상
Sinkwangppong ( <i>Morus alba</i> L.)	신광뽕
Suwonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수원뽕
Donae ( <i>Morus alba</i> L.)	도내
Dangsang ( <i>Morus alba</i> L.)	당상
Choukmu ( <i>Morus alba</i> L.)	축무
Hongolppong ( <i>Morus alba</i> L.)	홍올뽕
Susungppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수성뽕
Kuksang 27 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상27호
Sukaeppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수계뽕
Sangilppong ( <i>Morus alba</i> L.)	상일뽕
Dahojosaeng ( <i>Morus alba</i> L.)	다호조생
Kamlacsang ( <i>Morus alba</i> L.)	감락상
Wonjukoko ( <i>Morus alba</i> L.)	원주고조
Jeokmok ( <i>Morus alba</i> L.)	적목
Nopal ( <i>Morus alba</i> L.)	노팔
Miyoudiemoreji ( <i>Morus alba</i> L.)	미유디에모렛지
Sangbansipmunja ( <i>Morus alba</i> L.)	상반십문자
Kakjayongsan ( <i>Morus alba</i> L.)	각자용산
Daejungsun ( <i>Morus alba</i> L.)	대정선
Kuksang 70 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상70호
Kabsun ( <i>Morus alba</i> L.)	갑선
Kaeryangsipmunja ( <i>Morus alba</i> L.)	개량십문자
Kuksang 10 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상10호
Kuksang ( <i>Morus alba</i> L.)	국상
Suwonsang 2 ( <i>Morus alba</i> L.)	수원상2호
Dangsang 1 ( <i>Morus alba</i> L.)	당상1호
Baekkwang 6 ( <i>Morus alba</i> L.)	백광6호
Sacheonkum ( <i>Morus alba</i> L.)	사천금
Suwonsang 1 ( <i>Morus alba</i> L.)	수원상1호
Kimbbasaw ( <i>Morus alba</i> L.)	김빠소
Baekasipmunja ( <i>Morus alba</i> L.)	백아십문자
Buljeon 2 ( <i>Morus alba</i> L.)	불전2호
Baekwoon 32 ( <i>Morus alba</i> L.)	백운32호
Onodamaguwa ( <i>Morus alba</i> L.)	오노다마구와
Yamanakkadakkaskke ( <i>Morus alba</i> L.)	야마나카다가스케
Gukbu ( <i>Morus alba</i> L.)	국부
Somok ( <i>Morus alba</i> L.)	소목
Baekchunil ( <i>Morus alba</i> L.)	백춘일
Leesang ( <i>Morus alba</i> L.)	이상
Daedangsang ( <i>Morus alba</i> L.)	대당상

Table 2. Mulberry leaves (*Morus alba* L.) used for experiment

Scientific names	Korean names
Suhoik 20 ( <i>Morus alba</i> L.)	수획20
Chuncheon 1 ( <i>Morus alba</i> L.)	춘천1호
Palbang ( <i>Morus alba</i> L.)	팔방
Guan ( <i>Morus alba</i> L.)	구안
Ageunosang ( <i>Morus alba</i> L.)	아근노상
Cheongsipjosaeng ( <i>Morus alba</i> L.)	청십조생
Kukhwa ( <i>Morus alba</i> L.)	국화
Baenggal ( <i>Morus alba</i> L.)	벵갈
Yoolmok ( <i>Morus alba</i> L.)	율목
Sukwang ( <i>Morus alba</i> L.)	수광
Kwasu ( <i>Morus alba</i> L.)	과수
Byoungmusang ( <i>Morus alba</i> L.)	병무상
Suwon 3 ( <i>Morus alba</i> L.)	수원상3호
Nokukyasang ( <i>Morus alba</i> L.)	노국야상
Simbaek ( <i>Morus alba</i> L.)	심백
Busa ( <i>Morus alba</i> L.)	부사
Kerusaresteri ( <i>Morus alba</i> L.)	게루사레스테리
Sabangso ( <i>Morus alba</i> L.)	사방소
Mijiro ( <i>Morus alba</i> L.)	미지로
Kwandongnae A ( <i>Morus alba</i> L.)	관동내A
Kuksang 20 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상20호
Cheonsipyounng ( <i>Morus alba</i> L.)	천시평
Nee 135 A ( <i>Morus alba</i> L.)	니135A
Baekhaedaeyoung ( <i>Morus alba</i> L.)	백해대엽
Dangsang 5 ( <i>Morus alba</i> L.)	당상5호
Gugoksang ( <i>Morus alba</i> L.)	구곡상
Naedakka ( <i>Morus alba</i> L.)	내다가
Kuksang 13 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상13호
Sa 175 ( <i>Morus alba</i> L.)	사175
Buyoungsang ( <i>Morus alba</i> L.)	부영상
Kanmasari ( <i>Morus alba</i> L.)	간마사리
Kaeryangiljiro ( <i>Morus alba</i> L.)	개량일지피
Hikkojiro ( <i>Morus alba</i> L.)	히꼬지로
Sasang 5 ( <i>Morus alba</i> L.)	사상5호
Cheonkokdaeyoung ( <i>Morus alba</i> L.)	천곡대엽
Dangsang 2 ( <i>Morus alba</i> L.)	당상2호
Dakkedadomonji ( <i>Morus alba</i> L.)	다께다도몬지
Busanghwan ( <i>Morus alba</i> L.)	부상환
Youngbyounchoowoo ( <i>Morus alba</i> L.)	영변추우
Dokjo ( <i>Morus alba</i> L.)	독조
Kunmaakkakki ( <i>Morus alba</i> L.)	군마아까기
Cheongmoknosang ( <i>Morus alba</i> L.)	청목노상
Hwanyounposang ( <i>Morus alba</i> L.)	환엽노상
Kaeryangdaehwa ( <i>Morus alba</i> L.)	개량대화
Mosang ( <i>Morus alba</i> L.)	모상
Dangkkaioaba ( <i>Morus alba</i> L.)	당까이오바
Bukuisang ( <i>Morus alba</i> L.)	부귀상
Samjeokchung ( <i>Morus alba</i> L.)	삼적청
Dakkanaeya ( <i>Morus alba</i> L.)	다까내야
Daewoo ( <i>Morus alba</i> L.)	대우
Hwanyoupsang ( <i>Morus alba</i> L.)	환엽상
Sujoongsang ( <i>Morus alba</i> L.)	수중상
Danpasang ( <i>Morus alba</i> L.)	단파상
Daechoukmyeun ( <i>Morus alba</i> L.)	대축면

**Table 3. Total phenol contents of water and 80% ethanol extracts from Mulberry leaves (*Morus alba* L.)**

Scientific names	Korean names	Total phenol content (mg/g)	
		Water extracts	80% Ethanol extracts
Cheongilppong ( <i>Morus alba</i> L.)	청일뽕	12.43	20.88
Cheongolppong ( <i>Morus alba</i> L.)	청올뽕	6.90	8.80
Kosu 9 ( <i>Morus alba</i> L.)	고수 9	6.73	6.92
Kumsang ( <i>Morus alba</i> L.)	금상	6.83	14.60
Sawonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	사원뽕	6.43	11.58
Waryoung ( <i>Morus alba</i> L.)	와룡	13.33	18.29
Subongppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수봉뽕	7.64	14.73
Keomseolppong ( <i>Morus alba</i> L.)	검설뽕	5.33	11.37
Cheongwoonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	청운뽕	5.83	8.83
Daeryukppong ( <i>Morus alba</i> L.)	대류뽕	7.86	14.73
Hasusang ( <i>Morus alba</i> L.)	하수상	10.56	17.92
Yongcheonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	용천뽕	10.66	11.04
Sinilppong ( <i>Morus alba</i> L.)	신일뽕	11.15	14.97
Yangmyunsang ( <i>Morus alba</i> L.)	양면상	10.09	16.48
Sinkwangppong ( <i>Morus alba</i> L.)	신광뽕	6.29	10.10
Suwonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수원뽕	6.81	11.07
Donae ( <i>Morus alba</i> L.)	도내	9.13	14.00
Dangsang ( <i>Morus alba</i> L.)	당상	8.17	7.41
Choukmu ( <i>Morus alba</i> L.)	축무	11.66	7.01
Hongolppong ( <i>Morus alba</i> L.)	홍올뽕	8.13	14.42
Susungppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수성뽕	11.71	18.91
Kuksang 27 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상27호	11.82	17.76
Sukaeppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수계뽕	9.98	16.45
Sangilppong ( <i>Morus alba</i> L.)	상일뽕	9.88	14.61
Dahojosaeng ( <i>Morus alba</i> L.)	다호조생	12.67	15.96
Kamlacsang ( <i>Morus alba</i> L.)	감락상	7.35	9.98
Wonjukojo ( <i>Morus alba</i> L.)	원주고조	8.82	9.61
Jeokmok ( <i>Morus alba</i> L.)	적목	7.39	7.19
Nopal ( <i>Morus alba</i> L.)	노팔	8.56	10.33
Miyoudiemoretji ( <i>Morus alba</i> L.)	미유디에모렛지	8.02	12.09
Sangbansipmunja ( <i>Morus alba</i> L.)	상반십문자	12.27	16.33
Kakjayongsan ( <i>Morus alba</i> L.)	각자용산	20.82	23.79
Daejungsun ( <i>Morus alba</i> L.)	대정선	17.50	10.58
Kuksang 70 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상70호	10.03	7.61
Kabsun ( <i>Morus alba</i> L.)	갑선	10.44	13.01
Kaeryangsipmunja ( <i>Morus alba</i> L.)	개량십문자	19.32	19.46
Kuksang 10 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상10호	17.14	23.30
Kuksang ( <i>Morus alba</i> L.)	국상	9.69	14.28
Suwonsang 2 ( <i>Morus alba</i> L.)	수원상2호	10.21	11.04
Dangsang 1 ( <i>Morus alba</i> L.)	당상1호	10.56	10.01
Baekkwang 6 ( <i>Morus alba</i> L.)	백광6호	11.09	15.99
Sacheonkum ( <i>Morus alba</i> L.)	사천금	9.43	12.89
Suwonsang 1 ( <i>Morus alba</i> L.)	수원상1호	7.35	8.73
Kimbbasaw ( <i>Morus alba</i> L.)	김빠쇼	8.25	6.48
Baekasipmunja ( <i>Morus alba</i> L.)	백아십문자	8.40	7.02
Buljeon 2 ( <i>Morus alba</i> L.)	불전2호	10.21	9.08
Baekwoon 32 ( <i>Morus alba</i> L.)	백운32호	9.76	12.46
Onodamaguwa ( <i>Morus alba</i> L.)	오노다마구와	9.06	11.45
Yamanakkadakkaskke ( <i>Morus alba</i> L.)	야마나카다카스께	8.39	7.06
Gukbu ( <i>Morus alba</i> L.)	국부	8.10	11.76
Somok ( <i>Morus alba</i> L.)	소목	13.20	13.11
Baekchunil ( <i>Morus alba</i> L.)	백춘일	5.74	8.48
Leesang ( <i>Morus alba</i> L.)	이상	7.28	9.94
Daedangsang ( <i>Morus alba</i> L.)	대당상	9.86	18.13

\*This experiment repeated 6 times.

Table 4. Total phenol contents of water and 80% ethanol extracts from Mulberry leaves (*Morus alba* L.)

Scientific names	Korean names	Total phenol content (mg/g)	
		Water extracts	80% Ethanol extracts
Suhoik 20 ( <i>Morus alba</i> L.)	수획20	13.00	16.09
Chuncheon 1 ( <i>Morus alba</i> L.)	춘천1호	10.48	11.53
Palbang ( <i>Morus alba</i> L.)	팔방	13.50	9.64
Guan ( <i>Morus alba</i> L.)	구안	7.26	10.15
Ageunnosang ( <i>Morus alba</i> L.)	아근노상	10.62	12.76
Cheongsipjosaeng ( <i>Morus alba</i> L.)	청십조생	13.11	16.66
Kukhwa ( <i>Morus alba</i> L.)	국화	10.87	13.74
Baenggal ( <i>Morus alba</i> L.)	뱅갈	12.79	10.70
Yoolmok ( <i>Morus alba</i> L.)	율목	15.67	15.48
Sukwang ( <i>Morus alba</i> L.)	수광	7.10	5.01
Kwasu ( <i>Morus alba</i> L.)	과수	11.06	13.67
Byoungmusang ( <i>Morus alba</i> L.)	병무상	9.67	11.01
Suwon 3 ( <i>Morus alba</i> L.)	수원상3호	13.50	14.86
Nokukyasang ( <i>Morus alba</i> L.)	노국야상	8.75	10.76
Simbaek ( <i>Morus alba</i> L.)	심백	12.34	14.05
Busa ( <i>Morus alba</i> L.)	부사	11.63	14.08
Kerusaresteri ( <i>Morus alba</i> L.)	게루사레스테리	8.65	3.17
Sabangso ( <i>Morus alba</i> L.)	사방소	12.37	16.38
Mijiro ( <i>Morus alba</i> L.)	미지로	9.80	11.30
Kwandongnae A ( <i>Morus alba</i> L.)	관동내A	10.30	8.30
Kuksang 20 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상20호	15.00	11.30
Cheonsipyoung ( <i>Morus alba</i> L.)	천시평	8.40	7.80
Nee 135 A ( <i>Morus alba</i> L.)	니135A	10.90	7.80
Baekhaedacyoup ( <i>Morus alba</i> L.)	백해대엽	10.20	6.70
Dangsang 5 ( <i>Morus alba</i> L.)	당상5호	9.20	13.00
Gugoksang ( <i>Morus alba</i> L.)	구곡상	7.90	6.10
Naedakka ( <i>Morus alba</i> L.)	내다까	8.60	11.20
Kuksang 13 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상13호	9.20	9.60
Sa 175 ( <i>Morus alba</i> L.)	사17	59.10	9.90
Buyoungsang ( <i>Morus alba</i> L.)	부영상	17.90	13.60
Kanmasari ( <i>Morus alba</i> L.)	간마사리	11.60	12.40
Kaeryangiljiroi ( <i>Morus alba</i> L.)	개량일지뢰	8.20	8.60
Hikkojiro ( <i>Morus alba</i> L.)	히꼬지로	7.20	7.20
Sasang 5 ( <i>Morus alba</i> L.)	사상5호	7.60	8.00
Cheonkokdaeyoup ( <i>Morus alba</i> L.)	천곡대엽	9.20	10.30
Dangsang 2 ( <i>Morus alba</i> L.)	당상2호	8.10	10.80
Dakkedadomonji ( <i>Morus alba</i> L.)	다께다도몬지	7.50	8.50
Busanghwan ( <i>Morus alba</i> L.)	부상환	12.90	12.50
Youngbyounchoowo ( <i>Morus alba</i> L.)	영범추우	9.80	11.20
Dokjo ( <i>Morus alba</i> L.)	독조	9.70	6.10
Kunmaakkakki ( <i>Morus alba</i> L.)	군마아까끼	13.10	12.00
Cheongmoknosang ( <i>Morus alba</i> L.)	청목노상	17.60	16.10
Hwanyoupnosang ( <i>Morus alba</i> L.)	환엽노상	11.50	11.90
Kaeryangdaehwa ( <i>Morus alba</i> L.)	개량대화	10.20	11.40
Mosang ( <i>Morus alba</i> L.)	모상	14.40	15.60
Dangkkaioaba ( <i>Morus alba</i> L.)	당까이오바	20.60	19.50
Bukuisang ( <i>Morus alba</i> L.)	부귀상	21.00	5.40
Samjeokchung ( <i>Morus alba</i> L.)	삼적청	14.90	14.00
Dakkanaeya ( <i>Morus alba</i> L.)	다까내야	10.60	13.60
Daewoo ( <i>Morus alba</i> L.)	대우	8.70	11.50
Hwanyoupsang ( <i>Morus alba</i> L.)	환엽상	11.00	10.10
Sujoongsang ( <i>Morus alba</i> L.)	수중상	13.30	14.80
Danpasang ( <i>Morus alba</i> L.)	단파상	14.80	20.00
Daechoukmyeun ( <i>Morus alba</i> L.)	대축면	14.60	20.00

\*This experiment repeated 6 times.

**Table 5. Effect of inhibition on angiotensin converting enzyme by water and ethanol extracts from Mulberry leaves (*Morus alba* L.)**

Scientific names	Korean names	Water extracts		80% Ethanol extracts	
		HA <sup>1)</sup> (μg/m)	IA <sup>2)</sup> (%)	HA (μg/m)	IA (%)
Control		5.19	-	5.19	-
Cheongilppong ( <i>Morus alba</i> L.)	청일뽕	0.16	96.88	1.36	73.82
Cheongolppong ( <i>Morus alba</i> L.)	청을뽕	1.84	64.54	5.09	1.90
Kosu 9 ( <i>Morus alba</i> L.)	고수 9	3.25	37.40	3.23	37.78
Kumsang ( <i>Morus alba</i> L.)	금상	2.42	53.30	5.19	0.00
Sawonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	사원뽕	3.06	41.03	3.47	33.18
Waryoung ( <i>Morus alba</i> L.)	와룡	2.57	50.46	3.42	34.01
Subongppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수봉뽕	1.89	63.57	3.80	26.81
Keomseolppong ( <i>Morus alba</i> L.)	검설뽕	3.47	33.18	4.16	19.89
Cheongwoonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	청운뽕	3.33	35.78	3.01	41.96
Daeryukppong ( <i>Morus alba</i> L.)	대륙뽕	2.36	54.50	5.15	0.70
Hasusang ( <i>Morus alba</i> L.)	하수상	0.00	100.00	4.70	9.18
Yongcheonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	용천뽕	4.52	12.83	5.19	0.00
Sinilppong ( <i>Morus alba</i> L.)	신일뽕	1.69	67.36	5.19	0.00
Yangmyunsang ( <i>Morus alba</i> L.)	양면상	3.73	28.07	4.11	20.85
Sinkwangppong ( <i>Morus alba</i> L.)	신광뽕	5.19	0.00	5.19	0.00
Suwonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수원뽕	3.11	40.10	5.19	0.00
Donae ( <i>Morus alba</i> L.)	도내	2.04	60.68	5.19	0.00
Dangsang ( <i>Morus alba</i> L.)	당상	1.61	68.97	5.19	0.00
Choukmu ( <i>Morus alba</i> L.)	축무	3.61	30.48	5.19	0.00
Hongolppong ( <i>Morus alba</i> L.)	홍을뽕	3.80	26.73	5.1	90.00
Susungppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수성뽕	1.35	74.05	5.19	0.00
Kuksang 27 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상27호	2.37	54.26	5.19	0.00
Sukaeppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수계뽕	3.21	38.23	4.75	8.56
Sangilppong ( <i>Morus alba</i> L.)	상일뽕	3.44	33.68	5.19	0.00
Dahojosaeng ( <i>Morus alba</i> L.)	다호조생	2.93	43.57	5.19	0.00
Kamlacsang ( <i>Morus alba</i> L.)	감락상	2.37	54.26	5.19	0.00
Wonjukojo ( <i>Morus alba</i> L.)	원주고조	0.00	100.00	0.46	91.12
Jeokmok ( <i>Morus alba</i> L.)	적목	3.25	37.32	0.65	87.38
Nopal ( <i>Morus alba</i> L.)	노팔	0.47	91.00	0.45	91.25
Miyoudiemoretji ( <i>Morus alba</i> L.)	미유디에모렛지	0.09	98.24	1.34	74.15
Sangbansipmunja ( <i>Morus alba</i> L.)	상반십문자	1.62	68.78	0.64	87.75
Kakjayongsan ( <i>Morus alba</i> L.)	각자용산	0.43	91.62	0.00	100.00
Daejungsun ( <i>Morus alba</i> L.)	대정선	0.00	100.00	0.34	93.50
Kuksang 70 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상70호	1.37	73.52	0.00	100.00
Kabsun ( <i>Morus alba</i> L.)	갑선	2.12	59.17	1.00	80.64
Kaeryangsipmunja ( <i>Morus alba</i> L.)	개량십문자	1.48	71.53	0.00	100.00
Kuksang 10 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상10호	1.13	78.14	0.00	100.00
Kuksang ( <i>Morus alba</i> L.)	국상	0.93	82.01	0.07	98.61
Suwonsang 2 ( <i>Morus alba</i> L.)	수원상2호	1.44	72.28	2.75	46.94
Dangsang 1 ( <i>Morus alba</i> L.)	당상1호	1.02	80.26	0.27	94.87
Baekkwang 6 ( <i>Morus alba</i> L.)	백광6호	2.15	58.56	1.53	70.43
Sacheonkum ( <i>Morus alba</i> L.)	사천금	1.19	77.02	1.63	68.64
Suwonsang 1 ( <i>Morus alba</i> L.)	수원상1호	1.71	67.13	0.67	87.09
Kimbasaw ( <i>Morus alba</i> L.)	김빠쇼	1.60	69.20	0.95	81.63
Baekasipmunja ( <i>Morus alba</i> L.)	백아십문자	1.40	73.06	0.68	86.90
Buljeon 2 ( <i>Morus alba</i> L.)	불전2호	0.77	85.11	0.39	92.55
Baekwoon 32 ( <i>Morus alba</i> L.)	백운32호	1.13	78.24	0.67	87.00
Onodamaguwa ( <i>Morus alba</i> L.)	오노다마구와	0.76	85.30	0.00	100.00
Yamanakkadakkaskke ( <i>Morus alba</i> L.)	야마나카다카스께	0.00	100.00	0.00	100.00
Gukbu ( <i>Morus alba</i> L.)	국부	0.66	87.37	1.15	77.77
Somok ( <i>Morus alba</i> L.)	소목	0.58	88.88	0.83	83.98
Baekchunil ( <i>Morus alba</i> L.)	백춘일	0.00	100.00	0.80	84.64
Leesang ( <i>Morus alba</i> L.)	이상	0.57	88.97	0.00	100.00
Daedangsang ( <i>Morus alba</i> L.)	대당상	0.17	96.79	0.92	82.29

\*This experiment repeated 6 times.  
<sup>1)</sup>Hippuric Acid. <sup>2)</sup>Inhibitory Activity.

Table 6. Effect of inhibition on angiotensin converting enzyme by water and ethanol extracts from Mulberry leaves (*Morus alba* L.)

Scientific names	Korean names	Water extracts		80% Ethanol extracts	
		HA <sup>1)</sup> (μg/m)	IA <sup>2)</sup> (%)	HA (μg/m)	IA (%)
Control		5.19	-	5.19	-
Suhoik 20 ( <i>Morus alba</i> L.)	수획20	0.00	100.00	4.16	19.96
Chuncheon 1 ( <i>Morus alba</i> L.)	춘천1호	4.60	11.49	0.31	93.96
Palbang ( <i>Morus alba</i> L.)	팔방	1.46	71.93	2.84	45.38
Guan ( <i>Morus alba</i> L.)	구안	0.00	100.00	3.10	40.30
Ageunosang ( <i>Morus alba</i> L.)	아근노상	2.92	43.69	1.25	75.88
Cheongsipjosaeng ( <i>Morus alba</i> L.)	청십조생	0.05	99.04	0.00	100.00
Kukhwa ( <i>Morus alba</i> L.)	국화	2.07	60.07	0.00	100.00
Baenggal ( <i>Morus alba</i> L.)	뱅갈	0.00	100.00	4.57	12.06
Yoolmok ( <i>Morus alba</i> L.)	율목	0.20	96.22	5.33	0.00
Sukwang ( <i>Morus alba</i> L.)	수광	0.49	90.57	3.39	34.65
Kwasu ( <i>Morus alba</i> L.)	과수	0.75	85.48	1.75	66.28
Byoungmusang ( <i>Morus alba</i> L.)	병무상	0.00	100.00	1.81	65.15
Suwon 3 ( <i>Morus alba</i> L.)	수원상3호	3.83	26.18	3.63	30.13
Nokukyasang ( <i>Morus alba</i> L.)	노국야상	0.00	100.00	3.13	39.73
Simbaek ( <i>Morus alba</i> L.)	심백	2.22	57.24	0.00	100.00
Busa ( <i>Morus alba</i> L.)	부사	0.81	84.35	1.19	77.01
Kerutaresteri ( <i>Morus alba</i> L.)	게루사레스테리	0.00	100.00	2.48	52.16
Sabangso ( <i>Morus alba</i> L.)	사방소	0.00	100.00	5.50	0.00
Mijiro ( <i>Morus alba</i> L.)	미지로	0.00	100.00	0.00	100.00
Kwandongnae A ( <i>Morus alba</i> L.)	관동내A	0.00	100.00	0.91	82.42
Kuksang 20 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상20호	0.15	97.03	0.00	100.00
Cheonsipyong ( <i>Morus alba</i> L.)	천시평	0.21	95.98	0.159	7.03
Nee 135 A ( <i>Morus alba</i> L.)	니135A	1.67	67.82	1.72	66.77
Baekhaedaeyoup ( <i>Morus alba</i> L.)	백해대엽	0.00	100.00	0.159	7.03
Dangsang 5 ( <i>Morus alba</i> L.)	당상5호	0.00	100.00	0.45	91.29
Gugoksang ( <i>Morus alba</i> L.)	구곡상	0.00	100.00	0.67	87.12
Naedakka ( <i>Morus alba</i> L.)	내다까	0.00	100.00	0.83	83.99
Kuksang 13 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상13호	0.64	87.64	0.18	96.51
Sa 175 ( <i>Morus alba</i> L.)	사175	0.15	97.03	0.00	100.00
Buyoungsang ( <i>Morus alba</i> L.)	부영상	0.00	100.00	0.40	92.33
Kanmasari ( <i>Morus alba</i> L.)	간마사리	1.24	76.16	0.00	100.00
Kaeryangiljiroi ( <i>Morus alba</i> L.)	개량일지뢰	0.00	100.00	1.13	78.25
Hikkojiro ( <i>Morus alba</i> L.)	히꼬지로	0.00	100.00	0.00	100.00
Sasang 5 ( <i>Morus alba</i> L.)	사상5호	0.00	100.00	0.00	100.00
Cheonkokdaeyoup ( <i>Morus alba</i> L.)	천곡대엽	0.00	100.00	0.00	100.00
Dangsang 2 ( <i>Morus alba</i> L.)	당상2호	0.34	93.38	2.40	53.73
Dakkedadomonji ( <i>Morus alba</i> L.)	다케다도몬지	0.29	94.42	0.00	100.00
Busanghwan ( <i>Morus alba</i> L.)	부상환	0.00	100.00	5.19	0.00
Youngbyounchoowo ( <i>Morus alba</i> L.)	영변추우	3.00	42.26	0.00	100.00
Dokjo ( <i>Morus alba</i> L.)	독조	2.59	50.08	1.53	70.42
Kunmaakkakki ( <i>Morus alba</i> L.)	군마아까끼	0.00	100.00	0.00	100.00
Cheongmoknosang ( <i>Morus alba</i> L.)	청목노상	0.00	100.00	0.00	100.00
Hwanyoupnosang ( <i>Morus alba</i> L.)	환엽노상	1.75	66.25	0.00	100.00
Kaeryangdaehwa ( <i>Morus alba</i> L.)	개량대화	0.21	95.98	0.00	100.00
Mosang ( <i>Morus alba</i> L.)	모상	0.00	100.00	0.00	100.00
Dangkaioba ( <i>Morus alba</i> L.)	당카이오바	0.00	100.00	0.00	100.00
Bukuisang ( <i>Morus alba</i> L.)	부귀상	0.00	100.00	0.05	99.11
Samjeokchung ( <i>Morus alba</i> L.)	삼적청	1.72	66.77	0.00	100.00
Dakkanaeya ( <i>Morus alba</i> L.)	다까내야	0.64	87.64	0.00	100.00
Daewoo ( <i>Morus alba</i> L.)	대우	0.72	86.07	0.00	100.00
Hwanyoupsang ( <i>Morus alba</i> L.)	환엽상	0.00	100.00	0.00	100.00
Sujoongsang ( <i>Morus alba</i> L.)	수중상	5.19	0.00	4.30	17.22
Danpasang ( <i>Morus alba</i> L.)	단파상	2.43	53.21	0.00	100.00
Daechoukmyeun ( <i>Morus alba</i> L.)	대추면	0.53	89.72	0.00	100.00

\*This experiment repeated 6 times.

<sup>1)</sup>Hippuric Acid. <sup>2)</sup>Inhibitory Activity.

**Table 7. Effect of inhibition on xanthine oxidase by water and ethanol extracts from Mulberry leaves (*Morus alba* L.)**

Scientific names	Korean names	Water extracts		80% Ethanol extracts	
		HA <sup>1)</sup> (μg/m)	IA <sup>2)</sup> (%)	HA (μg/m)	IA (%)
Control		12.80	-	12.80	-
Cheongilppong ( <i>Morus alba</i> L.)	청일뽕	14.14	0.00	12.72	0.62
Cheongolppong ( <i>Morus alba</i> L.)	청올뽕	19.69	0.00	17.36	0.00
Kosu 9 ( <i>Morus alba</i> L.)	고수 9	15.88	0.00	15.09	0.00
Kumsang ( <i>Morus alba</i> L.)	금상	15.51	0.00	7.50	0.00
Sawonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	사원뽕	19.11	0.00	17.94	0.00
Waryoung ( <i>Morus alba</i> L.)	와룡	15.59	0.00	14.39	0.00
Subongppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수봉뽕	18.43	0.00	15.84	0.00
Keomseolppong ( <i>Morus alba</i> L.)	검설뽕	15.63	0.00	16.27	0.00
Cheongwoonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	청운뽕	19.07	0.00	16.85	0.00
Daeryukppong ( <i>Morus alba</i> L.)	대륙뽕	18.42	0.00	17.77	0.00
Hasusang ( <i>Morus alba</i> L.)	하수상	15.29	0.00	14.76	0.00
Yongcheonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	용천뽕	17.12	0.00	18.22	0.00
Sinilppong ( <i>Morus alba</i> L.)	신일뽕	18.14	0.00	19.99	0.00
Yangmyunsang ( <i>Morus alba</i> L.)	양면상	17.46	0.00	18.18	0.00
Sinkwangppong ( <i>Morus alba</i> L.)	신광뽕	17.50	0.00	20.03	0.00
Suwonppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수원뽕	11.07	13.49	18.75	0.00
Donae ( <i>Morus alba</i> L.)	도내	17.92	0.00	18.82	0.00
Dangsang ( <i>Morus alba</i> L.)	당상	16.94	01.00	17.69	0.00
Choukmu ( <i>Morus alba</i> L.)	축무	11.45	10.54	18.97	0.00
Hongolppong ( <i>Morus alba</i> L.)	홍올뽕	17.16	0.00	10.65	16.80
Susungppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수성뽕	11.66	8.92	19.65	0.00
Kuksang 27 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상27호	16.86	0.00	10.91	14.74
Sukaeppong ( <i>Morus alba</i> L.)	수계뽕	16.14	0.00	18.41	0.00
Sangilppong ( <i>Morus alba</i> L.)	상일뽕	12.09	5.54	7.30	42.93
Dahojosaeng ( <i>Morus alba</i> L.)	다호조생	11.16	12.83	17.24	0.00
Kamlacsang ( <i>Morus alba</i> L.)	감락상	18.07	0.00	16.18	0.00
Wonjukojo ( <i>Morus alba</i> L.)	원주고조	11.08	13.45	10.52	17.84
Jeokmok ( <i>Morus alba</i> L.)	적목	12.15	5.08	6.27	50.99
Nopal ( <i>Morus alba</i> L.)	노팔	14.07	0.00	14.03	0.00
Miyoudiemoetji ( <i>Morus alba</i> L.)	미유디에모렛지	13.95	0.00	13.69	0.00
Sangbansipmunja ( <i>Morus alba</i> L.)	상반십문자	11.88	7.33	13.54	0.00
Kakjayongsan ( <i>Morus alba</i> L.)	각자용산	10.80	15.59	12.00	5.56
Daejungsun ( <i>Morus alba</i> L.)	대정선	10.63	16.92	14.97	0.00
Kuksang 70 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상70호	12.67	1.00	14.71	0.00
Kabsun ( <i>Morus alba</i> L.)	갑선	16.94	0.0	012.62	1.41
Kaeryangsipmunja ( <i>Morus alba</i> L.)	개량십문자	14.11	0.00	14.71	0.00
Kuksang 10 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상10호	14.18	0.00	14.18	0.00
Kuksang ( <i>Morus alba</i> L.)	국상	13.39	0.00	13.50	0.00
Suwonsang 2 ( <i>Morus alba</i> L.)	수원상2호	16.60	0.00	12.28	4.06
Dangsang 1 ( <i>Morus alba</i> L.)	당상1호	14.41	0.00	10.84	15.29
Baekkwang 6 ( <i>Morus alba</i> L.)	백광6호	13.46	0.00	10.17	20.58
Sacheonkum ( <i>Morus alba</i> L.)	사천금	13.05	0.00	9.52	25.61
Suwonsang 1 ( <i>Morus alba</i> L.)	수원상1호	13.40	0.00	9.00	29.65
Kimbbasaw ( <i>Morus alba</i> L.)	김빠쇼	11.00	14.09	7.69	39.94
Baekasipmunja ( <i>Morus alba</i> L.)	백이십문자	14.20	0.00	9.28	27.69
Buljeon 2 ( <i>Morus alba</i> L.)	불전2호	14.22	0.00	14.07	0.00
Baekwoon 32 ( <i>Morus alba</i> L.)	백운32호	20.11	0.00	11.28	12.01
Onodamaguwa ( <i>Morus alba</i> L.)	오노다마구와	22.15	0.00	12.31	3.80
Yamanakkadakkaskke ( <i>Morus alba</i> L.)	야마나카다카스께	14.18	0.00	15.65	0.00
Gukbu ( <i>Morus alba</i> L.)	국부	16.11	0.00	8.00	37.49
Somok ( <i>Morus alba</i> L.)	소목	12.58	1.85	12.41	3.07
Baekchunil ( <i>Morus alba</i> L.)	백춘일	17.11	0.00	18.28	0.00
Leesang ( <i>Morus alba</i> L.)	이상	19.13	0.00	11.07	13.48
Daedangsang ( <i>Morus alba</i> L.)	대당상	15.12	0.00	12.09	5.52

\*This experiment repeated 6 times.

<sup>1)</sup>Uric Acid. <sup>2)</sup>Inhibitory Activity.



Table 8. Effect of inhibition on xanthine oxidase by water and ethanol extracts from Mulberry leaves (*Morus alba* L.)

Scientific names	Korean names	Water extracts		80% Ethanol extracts	
		UA <sup>1)</sup> (µg/ml)	IA <sup>2)</sup> (%)	UA (µg/ml)	IA (%)
Control		12.80	-	12.80	-
Suhoik 20 ( <i>Morus alba</i> L.)	수획20	14.89	0.00	29.98	0.00
Chuncheon 1 ( <i>Morus alba</i> L.)	춘천1호	7.89	38.38	28.74	0.00
Palbang ( <i>Morus alba</i> L.)	팔방	15.81	0.00	26.56	0.00
Guan ( <i>Morus alba</i> L.)	구안	10.80	15.64	24.73	0.00
Ageunnosang ( <i>Morus alba</i> L.)	아근노상	11.85	7.41	30.36	0.00
Cheongsipjosaeng ( <i>Morus alba</i> L.)	청십조생	5.88	54.03	28.20	0.00
Kukhwa ( <i>Morus alba</i> L.)	국화	19.37	0.00	27.37	0.00
Baenggal ( <i>Morus alba</i> L.)	뱅갈	10.67	16.67	21.88	0.00
Yoolmok ( <i>Morus alba</i> L.)	율목	13.87	0.00	21.97	0.00
Sukwang ( <i>Morus alba</i> L.)	수광	6.43	49.80	26.39	0.00
Kwasu ( <i>Morus alba</i> L.)	과수	23.24	0.00	31.07	0.00
Byoungmusang ( <i>Morus alba</i> L.)	병무상	13.71	0.00	27.40	0.00
Suwon 3 ( <i>Morus alba</i> L.)	수원상3호	6.21	51.51	25.49	0.00
Nokukyasang ( <i>Morus alba</i> L.)	노국야상	12.85	0.00	31.24	0.00
Simbaek ( <i>Morus alba</i> L.)	심백	15.64	0.00	29.02	0.00
Busa ( <i>Morus alba</i> L.)	부사	11.79	7.87	30.39	0.00
Kerutaresteri ( <i>Morus alba</i> L.)	게루사테스테리	12.22	4.56	27.50	0.00
Sabangso ( <i>Morus alba</i> L.)	사방소	15.71	0.00	25.92	0.00
Mijiro ( <i>Morus alba</i> L.)	미지로	24.04	0.002	0.86	0.00
Kwandongnae A ( <i>Morus alba</i> L.)	관동내A	5.94	53.58	24.25	0.00
Kuksang 20 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상20호	35.15	0.00	21.31	0.00
Cheonsipyong ( <i>Morus alba</i> L.)	천시평	23.46	0.00	24.82	0.00
Nee 135 A ( <i>Morus alba</i> L.)	니135A	26.19	0.00	23.92	0.00
Baekhaedaeyoup ( <i>Morus alba</i> L.)	백해대엽	29.74	0.00	25.32	0.00
Dangsang 5 ( <i>Morus alba</i> L.)	당상5호	10.36	19.04	20.78	0.00
Gugoksang ( <i>Morus alba</i> L.)	구곡상	25.94	0.00	24.62	0.00
Naedakka ( <i>Morus alba</i> L.)	내다까	6.35	50.35	24.87	0.00
Kuksang 13 ( <i>Morus alba</i> L.)	국상13호	23.21	0.00	24.41	0.00
Sa 175 ( <i>Morus alba</i> L.)	사175	6.89	46.16	24.20	0.00
Buyoungsang ( <i>Morus alba</i> L.)	부영상	32.59	0.00	26.39	0.00
Kanmasari ( <i>Morus alba</i> L.)	간마사리	5.65	55.84	24.82	0.00
Kaeryangiljiroi ( <i>Morus alba</i> L.)	개량일지뢰	21.73	0.00	25.57	0.00
Hikkojiroi ( <i>Morus alba</i> L.)	히꼬지로	6.69	47.77	26.48	0.00
Sasang 5 ( <i>Morus alba</i> L.)	사상5호	21.02	0.00	25.03	0.00
Cheonkokdaeyoup ( <i>Morus alba</i> L.)	천곡대엽	25.86	0.00	25.57	0.00
Dangsang 2 ( <i>Morus alba</i> L.)	당상2호	16.31	0.00	20.11	0.00
Dakkedadomonji ( <i>Morus alba</i> L.)	다께다도몬지	7.47	41.64	21.23	0.00
Busanghwan ( <i>Morus alba</i> L.)	부상환	27.84	0.00	22.88	0.00
Youngbyounchoowo ( <i>Morus alba</i> L.)	영변추우	11.11	13.23	21.81	0.00
Dokjo ( <i>Morus alba</i> L.)	독조	24.25	0.00	24.12	0.00
Kunmaakkakki ( <i>Morus alba</i> L.)	군마아까끼	29.08	0.00	19.91	0.00
Cheongmoknosang ( <i>Morus alba</i> L.)	청목노상	31.85	0.00	27.96	0.00
Hwanyoupnosang ( <i>Morus alba</i> L.)	환엽노상	25.20	0.00	21.64	0.00
Kaeryangdaehwa ( <i>Morus alba</i> L.)	개량대화	15.07	0.00	25.24	0.00
Mosang ( <i>Morus alba</i> L.)	모상	27.01	0.00	27.18	0.00
Dangkaioba ( <i>Morus alba</i> L.)	당카이오바	7.76	39.38	20.49	0.00
Bukuisang ( <i>Morus alba</i> L.)	부귀상	23.54	0.00	26.11	0.00
Samjeokchung ( <i>Morus alba</i> L.)	삼적청	29.16	0.00	23.54	0.00
Dakkanaeya ( <i>Morus alba</i> L.)	다까내야	18.25	0.00	7.31	42.93
Daewoo ( <i>Morus alba</i> L.)	대우	21.93	0.00	22.92	0.00
Hwanyoupsang ( <i>Morus alba</i> L.)	환엽상	24.74	0.00	23.05	0.00
Sujoongsang ( <i>Morus alba</i> L.)	수중상	9.63	24.85	16.19	0.00
Danpasang ( <i>Morus alba</i> L.)	단파상	18.25	0.00	9.87	22.91
Daechoukmyeun ( <i>Morus alba</i> L.)	대축면	25.57	0.00	25.07	0.00

\*This experiment repeated 6 times.

<sup>1)</sup>Uric Acid. <sup>2)</sup>Inhibitory Activity.

로 판단되는 뽕잎의 페놀성 화합물의 함량을 측정하였다. 108여종 가운데 청일뽕의 경우, 물 추출물과 에탄올 농도별 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100%로 추출한 각 추출물의 총 페놀함량이 Fig. 1에서와 같이 80% 에탄올 추출물에서 그 함량이 가장 높게 측정되어, 이 결과를 토대로 본 연구에서는 각 뽕잎의 물 추출물과 페놀성 화합물 함량이 가장 높은 80% 에탄올 추출물을 대상으로 생리활성효과를 탐색하였다. 물 추출물과 80% 에탄올 추출물의 페놀성 화합물 함량을 측정된 결과, Table 3-4에서 보는 바와 같이 5.0 mg/g-23.8 mg/g으로 품종별로 다양한 함량을 나타내었으며, 이 중 물 추출물에서는 각 자용산, 대정선, 개량십문자, 국상10호, 울목, 국상20호, 부영상, 청목노상, 당카이오바, 부귀상 이상 10종의 뽕잎이 15 mg/g 이상의 페놀성 화합물 함량을 나타내었고, 80% 에탄올 추출물에서는 청일뽕, 와룡, 하수상, 양면상, 수성뽕, 국상27호, 수계뽕, 다호조생, 상반십문자, 각자용산, 개량십문자, 국상10호, 백광6호, 대당상, 수획20, 청십조생, 울목, 사방소, 청목노상, 모상, 당카이오바, 단파상, 대축면 이상 23종의 뽕잎이 15 mg/g 이상의 페놀성 화합물 함량을 나타내었다. 또한 실험에 사용한 전체 시료 중 25%의 측무, 대정선 등 27종을 제외한 대부분은 물 추출물보다 80% 에탄올 추출물에서 더 높은 페놀성 화합물 함량을 나타내었다. 이는 곡류의 phenol성 물질이 60% 에탄올에서 추출수율이 가장 높다는 Zielinski와 Kozłowska의 결과<sup>14)</sup>와 다소 상이하지만, 물 보다 극성유기용매에서 페놀성 물질의 용해도가 높게 나타났다는 보고와 부분적으로 일치하였다.

**Angiotensin converting enzyme(ACE) 활성억제효과.** 혈압상승과 관련된 기전의 일부는 angiotensin-converting enzyme (ACE)에 의해 일어나는 것으로 알려져 있으며, ACE는 불활성형인 angiotensin I의 C말단에 존재하는 His-Leu를 절단하여 angiotensin II를 생성하고 혈압을 감소시키는 bradykinin을 불활성화 시키는 효소이다.<sup>15)</sup> ACE저해제는 ACE의 작용을 저해함으로써 angiotensin II의 생성저해, aldosterone 분비 감소, 혈관 확장제인 bradykinin의 증가 등의 과정을 통해 신장혈관을 확장시켜 sodium의 배설을 촉진함으로써 혈압을 낮추어 주는 역할을 하는 것으로, 1960년대 *Bothrops jararaca* 독사의 독에서 BPFs가 발견되었고<sup>16)</sup> BPFs 중 nonapeptide인 SQ20881이 Engel 등<sup>17)</sup>에 의해서 우수한 ACE저해제로 제시되었다. 1977년 ACE의 강력한 저해제인 captopril이 개발되었고 이후 Enalapril, Benazepril 등 수종의 ACE 저해제가 상품화되어 고혈압 치료제로서 이용되고 있다.<sup>18)</sup> 식품관련 분야에서의 ACE 저해제로서는 단백질 가수분해물, 돼지혈장에서 분리된 peptide 등의 주로 C말단에 proline을 가지는 peptide, 감귤류 및 과일류의 flavonoid 배당체류 등을 들 수 있는데, 이들 성분은 천연물이라는 측면에서 안전성이 높지만 ACE 저해에 대한 역가가 captopril 대비 1/20에 지나지 않아 보다 강력한 ACE 저해능을 갖는 천연물질에 대한 탐색이 지속적으로 이루어지고 있는데,<sup>19)</sup> 이러한 연구의 일환으로 뽕잎을 이용하여 각 품종별로 물과 80% 에탄올 추출물의 ACE 활성억제효과를 탐색한 결과, Table 5-6에서 보는 바와 같이 야마나카다가스께, 미지로, 히꼬지로, 사상5호, 천곡대엽, 군미야까끼, 청목노상, 모상, 당카이오바, 환엽상 이상 10종의 뽕잎이 물 추출물과 80% 에탄올 추출물 모

두에서 100% 활성억제효과를 보여 아주 좋은 항 고혈압 예방 및 치료제로 이용이 가능할 것으로 사료되었으며, 그 외 물 추출물에서는 청일뽕을 비롯한 34종이, 80% 에탄올 추출물에서는 원주구조를 비롯한 34종이 90% 이상의 활성억제효과를 보였으며, 대부분의 추출물이 좋은 효과를 나타내는 것으로 보아 뽕잎의 고혈압 예방 효과가 아주 우수할 것으로 판단되었다. 이는 안 등<sup>20)</sup>과 김 등<sup>21)</sup>의 연구보고에서 ACE 활성억제효과가 식물자원의 풍부한 페놀 화합물의 작용에 의한 가능성이 높다는 보고와 Kamadae 등<sup>22)</sup>, Funayama 등<sup>23)</sup>의 감나무 잎에서 분리한 phenol성 물질 중 flavonoid가 ACE 저해활성을 가진다는 보고에 따라 뽕잎추출물 중에 함유된 phenol성 물질에 의해 저해활성이 나타나는 것으로 생각되며, 각 뽕잎 추출물들의 ACE에 대한 억제정도의 차이는 각각의 뽕잎들에 함유된 phenol성 물질의 종류의 차이에 의해 기인되는 것으로 판단되며, 이에 대한 연구는 계속 진행되어야 할 것으로 생각된다.

**Xanthine Oxidase(XOase) 활성억제효과.** XOase는 Xanthine을 기질로 하여 uric acid를 생성하는 과정에서 superoxide radical을 생성하는(free radical generation)효소이다.<sup>24-25)</sup> 생체내 유리기 생성계의 하나인 XOase는 purine, pyrimidine, pteridine, aldehyde류 및 heterocyclic compound 등의 대사에 관여하는 비특이적 효소로서 생체내에서는 주로 purine체의 대사산물인 hypoxanthine을 xanthine으로, xanthine을 다시 산화시켜 uric acid를 생성하는 반응의 촉매로 작용한다.<sup>25)</sup> 통풍은 uric acid의 수치가 높기 때문에 일어나며 uric acid가 결정체를 이루어 관절에 달라붙어 염증이 생기며, 심한 경우 신장이나 심장 등에 합병증을 유발하기도 한다. XOase저해제는 통풍, 신장결석, 허혈, 심근증을 일으키는 요산혈증(hyperuricemia)에 대한 치료제로 사용되어 왔으며, 현대와 같은 고령화 시대의 노년층을 위해서 XOase 저해제의 필요성이 증대되고 있다. 따라서 본 연구에서는 108종의 뽕잎 물과 80% 에탄올추출물로부터 XOase 활성억제효과를 탐색하고자 하였다. 그 결과, Table 7-8에서 보는 바와 같이 물 추출물에서는 청십조생, 수원상3호, 관동내A, 내다가, 간마사리 이상 5종이 50% 이상의 XOase 활성억제효과를 나타내었으며, 그 외 수원뽕을 비롯한 27종이 약간의 효과를 나타내었다. 80% 에탄올추출물에서는 적목이 50% 이상의 XOase 활성억제효과를 나타내었으며, 그 외 홍을뽕을 비롯한 21종이 약간의 효과를 나타내었다. 이와 같은 결과는 식물계에 존재하는 phenol성물질의 생리활성이 hydroxy기의 위치에 따라 각종 효소의 저해효과가 다르다는 연구보고와, galloyl기를 함유한 flavonoid 화합물이 XOase 저해효과가 우수하였으며 경쟁적으로 저해한다는 사실을 보고한 것<sup>26-27)</sup>을 토대로 각 추출물이 함유한 페놀성 물질의 차이에 의한 것으로 판단되었다.

## 초 록

생리활성을 갖는 새로운 기능성 물질을 개발할 목적으로 108종의 뽕잎을 이용하여 물과 80% 에탄올 추출물을 제조하고 이들의 Angiotensin converting enzyme(ACE) 활성억제효과 및 XOase(xanthine oxidase) 활성억제효과를 탐색하여 본 결과, 페놀함량이 물 추출물에서는 각자용산, 대정선 등 10종이, 80%

에탄올 추출물에서는 외롱, 하수상 등 23종이 15 mg/g 이상의 총 페놀함량을 나타내었으며, Angiotensin converting enzyme (ACE) 활성억제효과는 아파나까다까스께, 미지로 등 10종이 물 추출물 및 80% 에탄올 추출물에서 동시에 100%의 활성억제효과를 나타내었으며, 그 외 청일뽕 등 34종은 물 추출물에서, 원주구조 등 34종은 80% 에탄올 추출물에서 90% 이상의 활성억제효과를 나타내었다. 또한 XOase(xanthine oxidase) 활성억제효과는 물 추출물에서 청십조생, 수원상3호 등 5종이, 80% 에탄올 추출물에서 적목이 50% 이상의 활성억제효과를 나타내었으며, 그 외 수원뽕 등 27종은 물 추출물에서, 홍을뽕 등 21종은 80% 에탄올 추출물에서 약간씩의 효과를 나타내었다. 이상의 결과, g당 페놀함량이 적은 뽕잎이지만 높은 생리활성기능을 나타내는 여러 종의 뽕잎 물과 80% 에탄올 추출물들은 항고혈압 및 항관절염의 효과가 있는 기능성 식품소재로 활용할 수 있을 것으로 판단되었다.

**Key words:** biological activity, Mulberry Leaves (*Morus alba* L.), angiotensin converting enzyme, xanthine oxidase.

### 참고문헌

- Lee, W. C., Kim, A. J. and Kim, S. Y. (2003) The study on the Functional materials and Effects of Mulberry leaf. *Food Sci. and Indust.* **36**, 2-14.
- Kim, S. Y., Ryu, K. S., Lee, W. C., Ku, H. O., Lee, H. S. and Lee, K. R. (1999) Hypoglycemic Effect of Mulberry Leaves with Anaerobic Treatment in Alloxan-induced Diabetic Mice. *Korean J. Pharmacogn.* **30**, 123-129.
- Robert, I. L. (1994) In *Functional Foods Phytochemicals and antioxidants*. Goldberg, I. (ed.) Chapman & Hall, New York. p. 393.
- Lee, S. E., Bang, J. K., Song, J., Seong, N. S., Park, H. W., Chung, H. G., Kim, G. S. and An, T. J. (2004) Inhibitory Activity on Angiotensin Converting Enzyme (ACE) of Korean Medicinal Herbs. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **12**, 73-78.
- Stirpe, F. and Corte, E. D. (1969) The regluation of rat liver xanthine oxidase. *J. Biol. Chem.* **244**, 3855-3863.
- An, B. J. and Lee, J. T. (1999) Isolation and characterization of angiotensin converting enzyme inhibitors from *Camellia sinensis* L. and their chemical structure determination. *Food Sci. Biotechnol.* **8**, 285-289.
- Kim, K. M., Suh, H. J., Chung, S. H., Cho, W. D. and Ma, S. J. (1999) Chemical structure of angiotensin converting enzyme inhibitor isolated from onion flesh. *Food Sci. Biotechnol.* **8**, 329-332.
- Dural, B. and Shetty, K. (2001) The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed Anise (*Pimpinella anisum* L.) root extract. *J. Food Biochem.* **25**, 361-377.
- Cushman, D. W. and Ondetti, M. A. (1980) Inhibitors of angiotensin converting enzyme for treatment of hypertension. *Biochem. Pharmacol.* **29**, 1871-1877.
- Sato, M., Ramarathnam, N., Suzuki, Y., Ohkubo, T., Takeuchi, M. and Ochi, H. (1996) Varietal differences in the phenolic content and superoxide radical scavenging potential of wines from different sources. *J. Agric. Food Chem.* **44**, 37-41.
- Bors, W. and Saran, M. (1987) Radical scavenging by flavonoid antioxidants. *Free Rad. Res. Comm.* **2**, 289-294.
- Fitzpatrick, D. F., Hirschfield, S. L. and Coffey, R. G. (1993) Endothelium dependent vasorelaxing activity of wine and other grape products. *Am. J. Physiol.* **265**, 774-778.
- Fridovich, I. (1986) Biological effects of the superoxide radical. *Arch. Biochem. Biophys.* **247**, 1-15.
- Zielinski, H. and Kozłowska, H. (2000) Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions. *J. Agric. Food Chem.* **48**, 2008-2010.
- Noh, H. and Song, K. B. (2001) Isolation of an angiotensin converting enzyme inhibitor from *Oenanthe javanica*. *Agric. Chem. Biotechnol.* **44**, 98-99.
- Oh, S. J., Kim, S. H., Baek, Y.J. and Cho, K.H. (1997) Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of he K-casein fragments hydrolyzated by chymosin, pepsin, and trypsin. *Korean J. Food Sci Technol.* **29**, 1316-1318.
- Kim, T. J., Yoon, H. D., Lee, D. S., Jang, Y. S., Suh, S. B. and Yeum, D. M. (1996) Angiotensin I converting enzyme inhibitory activity of hot-water extract and enzymatic hydrolysate of fresh water fish. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **25**, 871-877.
- Engel, S. L., Schaeffer, T. R., Gold, B. I. and Rubin, B. (1972) Inhibition of pressure effects of angiotensin I and augmentation of depressor effects of bradykinin by synthetic peptides. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* **140**, 240-245.
- Maruyama, S., Nakagomi, K., Tomizuka, N. and Suzuki, H. (1985) Angiotensin converting enzyme inhibitor derived from an enzymatic hydrolysate of casein. *Agric. Biol. Chem.* **49**, 1405-1410.
- An, B. J. and Lee, J. T. (1999) Isolation and characterization of angiotensin converting enzyme inhibitors from *Camellia sinensis* L. and their chemical structure determination. *Food Sci. Biotechnol.* **8**, 285-289.
- Kim, K. M., Suh, H. J., Chung, S. H., Cho, W. D. and Ma, S. J. (1999) Chemical structure of angiotensin converting enzyme inhibitor isolated from onion flesh. *Food Sci. Biotechnol.* **8**, 329-332.
- Kameda, K., Takaku, T., Okyada, H. and Kimyra. (1987) Inhibitory effects of various flavonoids isolated from leaves of persimmon on angiotensin-converting enzyme activity. *J. Natural products.* **50**, 680.
- Funayama, S. and Hikono, H. (1979) Hypoemive principles of Diospyros kaki Leaves. *Chem. Phorm. Bull.* **27**, 2865-2871.
- Ziegler, D. W., Hutchison, H. D. and Kissing, R. E. (1971) Induction of xanthine oxidase by virus infections in newborn mice. *Infect. and Immun.* **3**, 237.
- Duke, E. J., Joyce, P. and Ryan, J. P. (1973) Characterization of alternative molecular forms of xanthine oxidase in the mouse. *J. Biochem.* **131**, 187.
- Hayashi, T., Sawa, K. and Morita, N. (1988) Inhibition of cow's milk xanthine oxidase by flavonoids. *J. Nat. Prod.* **51**, 345.
- Ra, K. S., Bae, S. H., Son, H. S., Chung, S. H. and Suh, H. S. (1998). Inhibition of xanthine oxidase by flavonoids from onion skin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 693-697.