

수목 추출물의 생리활성에 관한 연구 (XV)*1 - 科別에 따른 항균 및 항산화 활성 -

이 성 숙*2† · 이 학 주*2 · 최 돈 하*2

Studies on Biological Activity of Wood Extractives (XV)*1 - Antimicrobial and antioxidative activities of extracts from diverse families -

Sung-Suk Lee*2† · Hak-Ju Lee*2 · Don-Ha Choi*2

요 약

수목을 보다 효율적으로 이용하기 위해 항산화제, 식품첨가제 및 농약 개발에 필요한 항균 및 항산화활성을 검정하였다. 즉, 65와 263종의 수목을 목부, 잎 및 수피로 나누어 에탄올로 추출한 후 항진균활성은 균사생장억제율을, 항세균활성은 생육저지환직경을 그리고 항산화활성은 프리라디칼소거능을 측정하여 검정하고 과별에 따른 활성을 비교하였다. 그 결과, 항진균활성 우수수종으로는 소나무과 수종 5종(잣나무, 소나무, 리기다소나무, 개잎갈나무, 방크스소나무), 측백나무과 수종 3종(노간주나무, 향나무, 편백) 그리고 콩과 수종 3종(자귀나무, 다릅나무, 회화나무)이 각각 선발되었다. 항세균활성은 자작나무과 6종(개서어나무, 소사나무, 산오리나무, 서어나무, 박달나무, 사방오리나무), 참나무과 5종(구실잣밤나무, 졸참나무, 갈참나무, 신갈나무, 밤나무), 대극과 4종(유동, 오구나무, 예덕나무, 사랍주나무) 그리고 보리수나무과 3종(보리수나무, 보리밥나무, 보리장나무)이 활성이 우수한 것으로 나타났다. 특히, 느릅나무과의 느티나무, 소나무과의 소나무, 콩과의 다릅나무, 측백나무과의 편백 및 향나무는 항진균 및 항세균활성이 공히 우수한 것으로 나타나 향후 생물농약 및 천연보존제 개발에 이용이 가능할 것으로 사료되었다. 항산화활성을 검정한 결과 96% 이상의 프리라디칼소거능을 나타낸 시료는 장미과에 속하는 식물이 8종(비파나무, 섬벚나무, 왕벚나무, 귀룽나무, 살구나무, 모과나무, 국수나무, 켈레꽃)으로 가장 많았으며 그 다음이 진달래과로 총 5종(진달래, 철쭉꽃, 산철쭉, 모새나무, 정금나무)이었다. 한편, 공시시료로 사용된 장미과 시료 총 48종 중에 6종만 라디칼 소거능이 80% 이하인 것으로 나타나 항산화활성과 관련된 성분이 장미과 식물 공통으로 존재할 가능성이 시사되었다.

* 1 접수 2004년 2월 10일, 채택 2004년 3월 15일

* 2 국립산림과학원 Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

† 주저자(corresponding author) : 이성숙(e-mail: lsungsuk@foa.go.kr)

ABSTRACT

Antifungal, antibacterial, and antioxidative activities of ethanol extracts from 65 families 263 species were investigated to select tree species for the utilization of natural fungicide or preservative resources. The antifungal activities of extracts from wood, leaf and bark were measured as hyphal growth inhibition rate using four plant pathogenic and five wood rotting fungi. High inhibitory effect on the fungi growth was found in five species of Pinaceae (*Pinus koraiensis*, *P. rigida*, *P. densiflora*, *P. banksiana*, *Cedrus deodara*), three species of Cupressaceae (*Juniperus rigida*, *J. chinensis*, *Chamaecyparis obtusa*) and three species of Leguminosae (*Albizia julibrissin*, *Sophora japonica*, *Maackia amurensis*), respectively. Antibacterial activities of ethanol extracts were determined by means of disc-agar plate diffusion method using three gram-positive and five gram-negative bacteria. The ethanol extracts, which showed prominent effect on the suppression of bacteria growth, were six species of Betulaceae (*Carpinus tschonoskii*, *C. coreana*, *C. laxiflora*, *Alnus hirsuta*, *A. firma*, *Betula schmidtii*), five species of Fagaceae (*Castanopsis cuspidata* var. *sieboldii*, *Quercus serrata*, *Q. mongolica*, *Q. aliena*, *C. crenata*), four species of Euphorbiaceae (*Aleurites fordii*, *Sapium sebiferum*, *S. japonicum* *Mallotus japonicus*) and three species of Elaeagnaceae (*Elaeagnus umbellata*, *Elaeagnus glanbra*, *Elaeagnus macrophylla*). According to these results, the extracts from *Zelkova serrata*, *Pinus densiflora*, *Maackia amurensis*, *Chamaecyparis obtusa* and *Juniperus chinensis* could be available for natural fungicide or food preservatives, because ethanol extracts from these species indicated excellent antifungal and antibacterial activities. In order to test antioxidative activities of ethanol extracts, free radical scavenging method was adopted with 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH). Free radical scavenging activity was proved very high in the extracts of eight species of Rosaceae (*Eriobotrya japonica*, *Prunus takesimensis*, *P. yedoensis*, *P. padus*, *P. armeniaca* var. *ansu*, *Chaenomeles sinensis*, *Stephanandra incisa*, *Rosa multiflora*) and five species of Ericaceae (*Rhododendron mucronulatum*, *R. schlippenbachii*, *R. yedoense* var. *poukhanense*, *Vaccinium bracteatum*, *V. oldbami*), respectively. It turned out from this study that only six species among 48 species of Rosaceae showed less than 80% free radical scavenging activity. As a consequences, it could be deduced that the components effective on antioxidative activity commonly exist in Rosaceae plant family.

Keywords: antifungal activity, antibacterial activity, antioxidative activity, woody plant extracts

1. 서 론

수목은 예로부터 그 물리적 성질을 이용하여 건축재와 용구로써 이용되어 왔으며, 열매 등은 식료와 향신료에 그리고 섬유는 의류에 추출성분은 도료와 의약품으로써 이용되어 왔다. 우리나라는 전 국토의 약 65%를 산림이 차지하고 있고 그동안 적극적으로 조림이 이루어져 왔으며 최근에는 주벌, 간벌, 천연림보육, 어린나무가꾸기 등 산림작업이 이루어져 간벌채 및 잎, 가지 등이 생산되고 있는 실정이다.

한편, 최근에는 친환경적인 성향과 화학물질에 의한 환경오염문제 등을 고려하여 천연물 이용에 대한 관심이 고조되어 재생가능한 자원인 식물이 주목을 받고 있다. 특히, 항균활성(Okabe *et al.*, 1994; Rahman & Gray, 2002), 항바이러스활성(Malhotra *et al.*, 1996; Hoang *et al.*, 2002), 살충활성(Yataikai & Nakatani, 1994) 및 항산화활성(Rice-evans *et al.*, 1995; Peng *et al.*, 2003) 등 다양한 생리활성이 있는 것으로 알려진 식물 추출성분은 상품화되고 있다. 난소암 등에 효과가 있는 주목나무 열매의 taxol이나 항

산화제로 시판되고 있는 *Pinus maritima* 수피의 pycnogenol (Rohdewald, 2002) 등은 수목의 추출성분으로서 상업화된 대표적인 예라고 할 수 있다. 또한, 인공합성품에 의존해 오던 항산화제, 항균제 및 농약 등이 인체 및 환경에 대한 안전성이 문제가 되는 (Branen, 1975; Choe & Yang, 1982) 반면, 식물이 필요에 의해 체내에 보유하고 있거나 생성하는 천연 화합물의 효과는 온화하여 상대에 대해 비파괴적이라고 할 수 있다. 인간의 입장에서 보면 작용이 격렬한 성분은 인체에도 유해하다고 할 수 있다. 식물의 성분이라고 해도 주의 깊게 선별해야 하지만 오랜 기간 인류가 이용해온 수목은 인간에게 있어 비교적 안전한 성분을 포함하고 있다고 생각되며, 이것을 원료로 이용하여 유해한 균과 유해 미소동물을 억제하는 약제를 제조할 수 있다면 새롭게 개발된 합성 약제와 비교하여 보다 안전한 상품으로서 이용이 가능하다. 그러므로 본 연구에서는 현재까지 이용되지 않고 있는 수목의 잎, 가지 및 수피 등이 함유하고 있는 추출성분을 보다 유용하게 이용하고자 65와 263종의 수목을 부위별로 추출하여 항균 및 항산화 활성을 검정하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

본 실험에서 사용한 식물체는 총 65와 263종(Table 1)으로 광릉, 계방산, 지리산, 진주, 남해, 완도, 울릉도, 제주도 등에서 채취하였다. 식물의 동정은 대한식물도감(이창복, 1993)과 원색한국식물도감(고경식과 김윤식, 1991) 등을 참고하였다. 채취 수종은 부위별로 나누어 에탄올에 3일간 침적한 후 연속하여 3회 추출하여 얻어진 에탄올 추출물을 감압농축하여 항균 및 항산화활성 검정용 시료로 사용하였다.

2.2. 공시균

항진균활성용 공시균으로는 식물병원균인 *Glomerella cingulata* (탄저병균), *Fusarium oxysporium*

(채소류 시들음병균), *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini* (후사리움 가지마름병균), *Cryphonectria parasitica* (밤나무 둥고병균)를, 표고해균인 *Libertella betulina* (주홍꼬리버섯), *Trichoderma viride* (표면오염균), *Trichoderma harzianum* (표면오염균)을, 그리고 목재부후균인 *Trametes versicolor* (백색부후균), *Tyromyces palustris* (갈색부후균)를 사용하였다. 또한, 항세균활성용 공시균으로는 그람양성균인 *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* KCTC 1621 (황색포도상구균), *Listeria monocytogenes* KCTC 3710 (식중독원인균), *Streptococcus faecalis* ATCC 29212 (연쇄구균)을, 그리고 그람음성균인 *Escherichia coli* KCTC 1039 (대장균), *E. coli* 05157 NCTC 12079 (대장균 0-157), *Salmonella typhimurium* KCTC 2515 및 ATCC 12027 (식중독원인균), *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 (식품부패균)을 사용하여 검정하였다.

2.3. 항균활성검정

항진균활성은 배지점적법을 이용하여 균사생장억제율을 측정하였으며(이성숙 등, 2000b) 항세균활성은 페이퍼디스크법을 이용하여 생육저지환직경을 측정하여(이성숙 등, 2000b) 검정하였다.

2.4. 항산화활성검정

항산화활성은 DPPH 프리라디칼소거능을 측정하여(이성숙 등, 2000b) 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 항진균활성

총 65와 263종의 식물체의 에탄올 추출물을 1,000 µg/ml의 농도로 처리하여 균사생장억제율을 측정하여 항진균활성이 우수한 수종을 과별로 조사하였다. 그 결과 소나무과가 잣나무, 소나무, 리기다소나무, 개잎갈나무(히말리아시다), 방크스소나무 등 5종으로

Table 1. List of families used for biological activity test

Family name	Korean family name	Numbers of plant species	Family name	Korean family name	Numbers of plant species
Juglandaceae	가래나무과	3	Solanaceae	가지과	1
Rhamnaceae	갈매나무과	5	Ebenaceae	감나무과	2
Aquifoliaceae	감탕나무과	5	Cercidiphyllaceae	계수나무과	1
Staphyleaceae	고추나무과	2	Compositae	국화과	1
Rubiaceae	꼭두서니과	3	Sabiaceae	나도밤나무과	2
Taxodiaceae	낙우송과	1	Symplocaceae	노린재나무과	2
Celastraceae	노박덩굴과	9	Lauraceae	늑나무과	11
Ulmaceae	느릅나무과	6	Bignoniaceae	능소화과	1
Actinidiaceae	다래나무과	1	Aceraceae	단풍나무과	8
Euphorbiaceae	대극과	6	Pittosporaceae	돈나무과	1
Araliaceae	두릅나무과	7	Eucommiaceae	두충과	1
Styracaceae	매죽나무과	2	Verbenaceae	마편초과	3
Berberidaceae	매자나무과	1	Meliaceae	멀구슬나무과	2
Magnoliaceae	목련과	7	Sapindaceae	무환자나무과	1
Hypericaceae	물레나물과	1	Oleaceae	물푸레나무과	8
Ranunculaceae	미나리아재비과	1	Liliaceae	백합과	2
Salicaceae	버드나무과	2	Platanaceae	버즘나무과	1
Saxifragaceae	범의귀과	1	Gramineae	벼과	5
Sterculiaceae	벽오동과	1	Elaeagnaceae	보리수나무과	3
Illiciaceae	붓순나무과	1	Moraceae	뽕나무과	10
Myricaceae	소귀나무과	1	Pinaceae	소나무과	15
Simaroubaceae	소태나무과	1	Anacardiaceae	웃나무과	1
Rutaceae	운향과	7	Lardizabalaceae	으름덩굴과	2
Ginkgoaceae	은행나무과	1	Flacourtiaceae	이나무과	1
Caprifoliaceae	인동과	7	Betulaceae	자작나무과	10
Rosaceae	장미과	23	Hamamelidaceae	조록나무과	4
Taxaceae	주목과	3	Ericaceae	진달래과	5
Theaceae	차나무과	4	Fagaceae	참나무과	12
Cupressaceae	측백나무과	7	Cornaceae	층층나무과	6
Hippocastanaceae	칠엽수과	1	Leguminosae	콩과	13
Thymeleaceae	팔꽃나무과	1	Vitaceae	포도과	3
Tiliaceae	피나무과	1	Scrophulariaceae	현삼과	1
Apocynaceae	협죽도과	2	Total	65 families	263 species

활성이 우수한 수종이 가장 많았으며, 그 다음이 측백 나무과와 콩과로 각각 3종의 수종이 선발되었다 (Table 2). 그 외에도 장미과의 산벚나무, 갈매나무과 의 헛개나무, 주목과의 비자나무, 목련과의 일본목련,

느릅나무과의 느티나무도 활성이 우수한 것으로 나타 났다. 이들 활성 우수 수종 중 산벚나무는 naringenin 과 pinocembrin (이성숙 등, 2001)이, 느티나무는 7-hydroxy-3-methoxycadalene (이성숙 등, 2000b)

Table 2. Tree species and plant parts screened by antifungal activity test

Family name	Scientific name	Korean name	Parts	Hyphal growth inhibition ratio (%) ¹⁾									
				<i>G. c.</i> ²⁾	<i>F. o.</i>	<i>F. s.</i>	<i>C. p.</i>	<i>L. b.</i>	<i>T. v.</i>	<i>T. p.</i>	<i>T. v.</i>	<i>T. b.</i>	
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i>	헛개나무	Wood	22.6	26.1	72.5	73.8	80.9	60.7	54.7	66.6	59.5	
Ulmaceae	<i>Zelkova serrata</i>	느티나무	Wood	55.9	64.2	42.8	82.1	76.1	19.0	58.3	82.1	76.1	
Magnoliaceae	<i>Magnolia obovata</i>	일본목련	Bark	67.8	72.6	64.3	51.2	78.6	15.5	72.6	72.6	82.1	
Pinaceae	<i>Pinus koraiensis</i>	잣나무	Wood	31.0	42.8	55.9	84.5	100	40.4	70.2	82.1	82.1	
			Bark	34.5	34.5	40.5	33.3	81.0	13.0	38.5	71.4	66.6	
	<i>Pinus rigida</i>	리기다소나무	Wood	29.7	34.5	22.6	58.3	81.0	21.4	38.0	58.3	50.0	
	<i>Pinus densiflora</i>	소나무	Wood	27.4	28.5	31.0	53.6	84.5	28.5	52.3	66.6	59.5	
	<i>Pinus banksiana</i>	방크스소나무	Wood	22.6	38.0	31.0	77.3	76.1	33.3	48.8	70.2	52.3	
	<i>Cedrus deodara</i>	개잎갈나무 (히말리아시다)	Wood	44.0	40.4	40.5	33.3	81.0	13.0	28.5	71.4	66.6	
Rosaceae	<i>Prunus sargentii</i>	산벚나무	Wood	15.4	38.0	52.3	76.1	100	52.3	71.4	82.1	79.7	
Taxaceae	<i>Torreya nucifera</i>	비자나무	Wood	42.8	50.0	52.3	64.3	79.7	28.5	45.2	76.1	72.6	
Cupressaceae	<i>Juniperus rigida</i>	노간주나무	Wood	70.2	60.7	65.4	80.9	84.5	40.4	70.2	70.2	70.2	
	<i>Juniperus chinensis</i>	향나무	Wood	25.0	54.7	46.4	88.0	88.0	40.4	52.3	76.1	67.8	
	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	편백	Wood	55.9	57.1	54.7	76.1	82.1	28.0	50.0	71.4	64.3	
Leguminosae	<i>Albizzia julibrissin</i>	자귀나무	Wood	0.0	48.8	38.0	66.6	76.1	70.2	48.8	70.2	75.0	
			Bark	0.0	53.5	45.2	78.5	85.7	83.3	100	72.6	76.1	
	<i>Sophora japonica</i>	회화나무	Wood	28.5	71.4	59.5	84.5	100	100	100	82.1	100	
	<i>Maackia amurensis</i>	다릅나무	Wood	32.1	73.8	65.4	83.3	88.0	53.5	64.3	85.7	88.0	

¹⁾ Hyphal growth inhibition ratio was determined by 1,000 mg/ℓ of each sample, ²⁾ *G. c.* : *Glomerella cingulata*, *F. o.* : *Fusarium oxysporium*, *F. s.* : *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini*, *C. p.* : *Cryphonectria parasitica*, *L. b.* : *Libertella betulina*, *T. v.* : *Trametes versicolor*, *T. p.* : *Tyromyces palustris*, *T. v.* : *Trichoderma viride*, *T. b.* : *Trichoderma barzianum*.

이, 헛개나무 및 잣나무는 두 수종에서 공통으로 단리된 3-hydroxy-5-methoxystilbene, pinosylvin, pinocembrin, pinobanksin (최윤정 등, 2003; 이학주 등, 2003)이 항균활성이 우수한 것으로 보고된 바 이들이 원인 물질인 것으로 사료되었다. 부위별로는 목부가 15수종으로 가장 많았으며 수피는 3수종, 그리고 잎은 단 한 수종도 활성이 우수한 시료가 없었다. 또한 공시균별로는 표고해균인 *L. betulina*에 대한 활성이 가장 높았으며 탄저병균인 *G. cingulata*에 대한 활성이 가장 낮은 것으로 나타났다. 콩과식물에 속하는 자귀나무 수피, 목부는 9종의 공시균 중 8종에 대해서는 활성을 나타낸 반면 탄저병균인 *G. cingulata*에 대해서는 전혀 균사생장을 억제하지 못하는 것으로 나타났다. 특히, 잣나무의 경우 목부와 더불어 수피도 활성이 우수하여 우리나라 전체 조림면적의 18.4%를

차지하고 있는 잣나무 이용에 있어 하나의 활용 가능성을 제시하고 있다. 즉 잣나무 제재시 버려지는 폐재 및 수피로부터 항균물질을 분리하여 환경친화적인 생물농약을 개발할 수 있을 것으로 사료되었다.

3.2. 항세균활성

총 8종의 세균에 대한 항세균활성을 페이퍼디스크법을 이용하여 1 mg/disc의 농도로 처리하여 활성이 우수한 시료를 과별로 조사한 결과, 대극과에 속하는 유동, 오구나무, 예덕나무, 사람주나무의 생육저지환 직경이 크게 나타나 활성이 우수한 것으로 판단되었다(Table 3). 특히 오구나무는 수피, 잎, 목부 공히 항세균활성이 우수한 것으로 나타났다. 또한 자작나무과에 속하는 개서어나무, 소사나무, 산오리나무, 서

Table 3. Tree species and plant parts screened by antibacterial activity test

Family name	Scientific name	Korean name	Parts	Clear zone (mm) ¹⁾							
				<i>S. a.</i> ²⁾ 1621	<i>S. t.</i> 2515	<i>S. t.</i> 12027	<i>L. m.</i> 3710	<i>E. c.</i> 1039	<i>E. c.</i> 12079	<i>S. f.</i> 29212	<i>P. a.</i> 27853
Ulmaceae	<i>Zelkova serrata</i>	느티나무	Wood	15	12	12	12	11	11	9	10
Euphorbiaceae	<i>Aleurites fordii</i>	유동	Leaf	13	15	13	14	12	11	9	9
	<i>Sapium sebiferum</i>	오구니나무	Bark	13	12	13	12	11	11	n.d.	9
			Leaf	13	14	13	14	12	115	n.d.	10
			Wood	n.d. ³⁾	13	125	13	n.d.	12	n.d.	9
	<i>Mallotus japonicus</i>	예덕나무	Bark	12	13	12	12	11	12	9	9
<i>Sapium japonicum</i>	사람주나무	Bark	10	12	11	12	11	11	n.d.	9	
Elaeagnaceae	<i>Elaeagnus umbellata</i>	보리수나무	Branch	11	10	10	11	11	10	11	10
	<i>Elaeagnus glanbra</i>	보리장나무	Leaf	10	9	n.d.	9	9	n.d.	n.d.	10
	<i>Elaeagnus macrophylla</i>	보리밥나무	Bark	9	9	10	9	9	10	n.d.	9
			Wood	13	13	15	15	13	11	n.d.	9
Moraceae	<i>Morus bombycis</i>	산뽕나무	Wood	12	13	n.d.	15	n.d.	12	12	10
	<i>Morus alba</i>	뽕나무	Bark	9	9	10	9	n.d.	11	10	12
Pinaceae	<i>Pinus densifloa</i>	소나무	Wood	12	12	11	11	10	10	n.d.	10
Betulaceae	<i>Carpinus tschonoskii</i>	개서어나무	Bark	11	11	11	14	12	12	13	12
			Leaf	11	12	12	10	11	13	n.d.	12
	<i>Carpinus coreana</i>	소사나무	Bark	11	12	12	13	n.d.	n.d.	14	11
			Leaf	11	11	11	12	n.d.	n.d.	11	10
	<i>Carpinus laxiflora</i>	서어나무	Leaf	11	12	9	11	9	11	n.d.	10
	<i>Alnus hirsuta</i>	물오리나무	Leaf	11	11	11	11	10	11	12	10
	<i>Alnus firma</i>	사방오리	Bark	10	11	11	11	11	n.d.	12	12
			Leaf	10	11	11	12	n.d.	n.d.	10	10
				Bark	11	10	11	10	n.d.	10	10
Fagaceae	<i>Castanopsis cuspidata</i> var. <i>sieboldii</i>	구실잣밤나무	Wood	12	12	13	12	11	n.d.	11	12
	<i>Quercus serrata</i>	졸참나무	Wood	11	11	12	12	11	n.d.	11	11
	<i>Quercus mongolica</i>	신갈나무	Wood	11	12	14	11	9	9	11	11
	<i>Quercus aliena</i>	갈참나무	Bark	11	11	11	11	9	10	12	11
			Wood	n.d.	9	9	9	9	10	12	11
<i>Castanea crenata</i>	밤나무	Wood	n.d.	11	11	10	n.d.	n.d.	13	11	
Cupressaceae	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	편백	Wood	12	12	11	10	n.d.	11	10	9
	<i>Juniperus chinensis</i>	향나무	Wood	11	12	12	10	12	12	10	10
Leguminosae	<i>Maackia amurensis</i>	다릅나무	Wood	12	11	12	11	11	12	14	10

¹⁾ Clear zone was measured by 1 mg/disc of each sample, ²⁾ *S. a.* 1621 : *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* KCTC 1621. *S. t.* 2515 : *Samonella typhimurium* KCTC 2515, *S. t.* 12027 : *Samonella typhimurium* ATCC 12027, *L. m.* 3710 : *Listeria monocytogenes* KCTC 3710, *E. c.* 1039 : *Escherichia coli* KCTC 1039, *E. c.* 12079 : *E. coli* 05157 NCTC 12079, *S. f.* 29212 *Streptococcus faecalis* ATCC 29212, *P. a.* 27853 : *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 ³⁾ n. d. : not detected.

Table 4. Tree species and plant parts screened by antioxidative activity test

Family name	Scientific name	Korean name	Parts	Free radical scavenging activity (%) ¹⁾
Taxaceae	<i>Cephalotaxus koreana</i>	개비자나무	Bark	99.7
Oleaceae	<i>Ligustrim japonicum</i>	광나무	Leaf	99.1
Salicaceae	<i>Salix rotundifolia</i>	콩버들	Leaf	99.9
			Bark	99.8
Platanaceae	<i>Platanus orientalis</i>	버즘나무	Bark	99.9
Moraceae	<i>Morus alba</i>	뽕나무	Wood	100.0
	<i>Morus bombycis</i>	산뽕나무	Wood	100.0
Myricaceae	<i>Myrica rubra</i>	소귀나무	Wood	100.0
			Bark	100.0
			Leaf	100.0
Pinaceae	<i>Pinus rigida</i>	리기다소나무	Bark	100.0
	<i>Pinus densifloa</i>	소나무	Leaf	100.0
	<i>Abies firma</i>	일본진나무	Bark	97.5
Anacardiaceae	<i>Rbus chinensis</i>	붉나무	Wood	97.6
Betulaceae	<i>Carpinus laxiflora</i>	서어나무	Bark	98.6
	<i>Carpinus tschonoskii</i>	개서어나무	Leaf	98.1
	<i>Alnus firma</i>	사방오리	Wood	97.6
Hamamelidaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i>	미국풍나무	Leaf	99.0
Theaceae	<i>Camellia japonica</i>	동백나무	Wood	100.0
			Leaf	97.4
Rosaceae	<i>Eurya japonica</i>	사스레피나무	Bark	100.0
	<i>Cleyera japonica</i>	비쭈기나무	Bark	97.6
	<i>Eriobotrya japonica</i>	비파나무	Wood	98.4
	<i>Prunus takesimensis</i>	섬벚나무	Bark	98.8
	<i>Prunus yedoensis</i>	왕벚나무	Bark	98.5
	<i>Prunus padus</i>	귀룽나무	Wood	97.9
			Bark	97.3
	<i>Prunus armeniaca</i> var. <i>ansu</i>	살구나무	Bark	97.0
	<i>Chaenomeles sinensis</i>	모과나무	Bark	97.8
	<i>Stephanandra incisa</i>	국수나무	Trunk	97.5
<i>Rosa multiflora</i>	찔레꽃	Branch	97.4	
Ericaceae	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	진달래	Branch	96.0
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	칠쭉꽃	Wood	98.4
			Bark	97.7
			Leaf	99.9
	<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	산칠쭉	Branch	98.0
<i>Vaccinium bracteatum</i>	모새나무	Bark	99.0	
Fagaceae	<i>Quercus aliena</i>	갈참나무	Wood	97.6
			Bark	98.6
			Leaf	98.9

¹⁾ Free radical scavenging activity was determined by 100 µg/ml of each sample.

Table 5. Free radical scavenging activity of extracts from Rosaceae plants

Scientific name	Korean name	Parts	Free radical scavenging activity (%) ¹⁾	Scientific name	Korean name	Parts	Free radical scavenging activity (%)		
<i>Prunus sesrulata</i> for. <i>fugenzo</i>	겹벚나무	Wood	88.6	<i>Rubus ribesioideus</i>	섬딸기	Leaf	91.6		
		Bark	90.9			<i>Rosa maximowicziana</i>	용가시나무	Branch	95.6
		Leaf	83.2					Leaf	93.6
<i>Prunus sargentii</i>	산벚나무	Wood	93.3	<i>Rosa multiflora</i>	철레꽃	Branch	97.4		
		Bark	92.6			Leaf	88.8		
		Leaf	49.5	<i>Stephanandra incisa</i>	국수나무	Leaf	89.3		
Bark	98.8	Trunk	97.5						
<i>Prunus takesimensis</i>	섬벚나무	Bark	98.8	<i>Raphiolepis umbellata</i>	다정큼나무	Leaf	89.9		
<i>Prunus yedoensis</i>	왕벚나무	Wood	89.4			Trunk	91.9		
		Bark	98.5	<i>Chaenomeles sinensis</i>	모과나무	Wood	92.9		
<i>Prunus armeniaca</i> var. <i>ansu</i>	살구나무	Bark	97.0			Bark	97.8		
<i>Prunus padus</i>	귀룽나무	Wood	97.9	<i>Eriobotrya japonica</i>	비파나무	Wood	98.4		
		Bark	97.3			Bark	91.6		
<i>Prunus padus</i>	귀룽나무	Leaf	92.7			Leaf	91.9		
<i>Pyrus pyrifolia</i>	돌배나무	Wood	38.2	<i>Malus halliana</i>	서부해당화	Wood	91.2		
		Bark	92.2			Bark	91.0		
		Leaf	58.7			Leaf	89.3		
<i>Pyrus calleryana</i>	콩배나무	Wood	93.7	<i>Pourthiaea villosa</i>	윤노리나무	Wood	95.3		
		Bark	89.9			Bark	92.1		
<i>Rubus coreanus</i>	복분자딸기	Branch	65.8			Leaf	90.7		
		Leaf	90.5	<i>Photinia glabra</i>	홍가시나무	Wood	89.6		
<i>Rubus crataegifolius</i>	산딸기	Leaf	44.9			Bark	90.2		
		Trunk	93.2			Leaf	89.2		
<i>Rubus corchorifolius</i>	수리딸기	Leaf	21.5	<i>Spiraea prunifolia</i>	조팝나무	Trunk	95.4		
<i>Rubus corchorifolius</i>	수리딸기	Trunk	92.9						

¹⁾ Free radical scavenging activity was determined by 100 µg/ml of each sample.

어나무, 박달나무, 사방오리나무 등 총 6종의 시료가 활성이 우수한 것으로 나타났다. 구실잣밤나무, 졸참나무, 갈참나무, 신갈나무, 밤나무가 속하는 참나무과 역시 활성이 우수한 것으로 나타났으며 보리수나무과에 속하는 보리수나무, 보리밥나무, 보리장나무 그리고 뽕나무과에 속하는 산뽕나무, 뽕나무도 활성이 우수한 것으로 나타났다. 특히, 느릅나무과의 느티나무, 소나무과의 소나무, 콩과의 다릅나무, 측백나무과의 편백 및 향나무는 항진균 및 항세균 활성 공히 우수한 것으로 나타나 향후 생물농약 및 천연보존제

개발에 이용이 가능할 것으로 사료되었다.

3.3. 항산화활성

총 65와 263종의 식물체의 추출물을 100 µg/ml로 처리한 후 프리라디칼소거능을 측정하여 소거능이 96% 이상인 시료를 조사한 결과, 장미과에 속하는 식물이 8종으로 가장 많았으며 그 다음이 진달래과로 총 5종의 식물이 이에 속하였다(Table 4). 또한 뽕나무과에 속하는 뽕나무 및 산뽕나무 목부는 공히

100%의 소거능을 나타내어 활성이 매우 우수한 것으로 나타났으며, 이는 산뽕나무의 심재 추출성분인 resveratrol과 oxyresveratrol에 기인하는 것으로 판단되었다(이성숙 등, 2000a). 특히 소귀나무의 경우에는 목부, 수피, 잎 등 모든 부위의 추출물이 100%의 라디칼 소거능을 나타내어 항산화활성이 매우 높은 것으로 나타났으며, 소귀나무 수피의 경우 항산화 활성 성분인 myricitrin에 의해 활성이 높게 나타난 것으로 추측되었다(임업연구원, 1999). 부위별로는 수피가 18종으로 가장 많았고 목부와 잎이 각각 10종과 9종으로 나타났다.

한편, 공시시료로 사용된 장미과 시료 총 48종 중에 돌배나무 목부, 돌배나무 잎, 복분자딸기 가지, 산딸기 잎, 산뽕나무 잎, 수리딸기 잎만이 라디칼 소거능이 80% 이하인 것으로 나타나(Table 5), 항산화활성과 관련된 성분이 장미과 식물 공통으로 존재할 것으로 추측되어 앞으로 관련물질의 탐색이 필요할 것으로 생각되었다. 이러한 항산화활성 우수 시료는 금후 활성물질 분리 및 구조 동정, 안전성 검증 등을 통하여 식품보존제 및 화장품 소재로 개발이 가능할 것으로 생각되었다.

4. 결론

수목을 보다 효율적으로 이용하기 위해서는 cellulose, hemicellulose, lignin의 주성분뿐만 아니라 수종이나 부위에 따라 조성이 다른 추출성분에 주목할 필요가 있다. 이러한 추출성분의 목재 내 함유량은 5% 전후로 소량이지만 다양한 생리활성을 가지고 있어 그 중 항산화제, 식품첨가제 및 농약 개발에 필요한 항균 및 항산화 활성을 검증하였다. 즉, 65와 263종의 수목을 목부, 잎 및 수피로 나누어 에탄올로 추출한 후 항진균활성은 균사생장억제율을, 항세균활성은 생육저지환직경을 그리고 항산화활성은 프리라디칼소거능을 측정하여 검증하고 과별에 따른 활성을 비교하였다. 그 결과, 소나무과가 잣나무, 소나무, 리기다소나무, 개잎갈나무(히말리아시다), 방크스소나무 등 5종으로 활성이 우수한 수종이 가장 많았으며, 그 다음이 측백나무과(노간주나무, 향나무, 편백)와

콩과(자귀나무, 다릅나무, 회화나무)로 각각 3종의 수종이 선발되었다. 부위별로는 목부가 15수종으로 가장 많았으며 수피는 3수종 그리고 잎은 단 한 수종도 활성이 우수한 시료가 없었다. 항세균활성은 자작나무과 6종(개서어나무, 소사나무, 산오리나무, 서어나무, 박달나무, 사방오리나무), 참나무과 5종(구실잣밤나무, 졸참나무, 갈참나무, 신갈나무, 밤나무), 대극과 4종(유동, 오구나무, 예덕나무, 사람주나무) 그리고 보리수나무과 3종(보리수나무, 보리밥나무, 보리장나무)이 활성이 우수한 것으로 나타났다. 특히, 느릅나무과의 느티나무, 소나무과의 소나무, 콩과의 다릅나무, 측백나무과의 편백 및 향나무는 항진균 및 항세균 활성이 공히 우수한 것으로 나타나 향후 생물농약 및 천연보존제 개발에 이용이 가능할 것으로 사료되었다. 항산화활성을 검증한 결과 96%의 프리라디칼소거능을 나타낸 시료는 장미과에 속하는 식물이 8종(비파나무, 섬뽕나무, 왕뽕나무, 귀룽나무, 살구나무, 모과나무, 국수나무, 짚레꽃)으로 가장 많았으며 그 다음이 진달래과로 총 5종(진달래, 철쭉꽃, 산철쭉, 모새나무, 정금나무)이었다. 한편 공시시료로 사용된 장미과 시료 총 48종 중에 6종만 라디칼 소거능이 80% 이하인 것으로 나타나 항산화활성과 관련된 성분이 장미과 식물 공통으로 존재할 가능성이 시사되었다.

참고 문헌

1. Branen, A. L. 1975. Toxicology and biochemistry of butylated hydroxy anisole and butylated hydroxytoluene. J. Amer. Oil Chem. Soc. 52: 59~63.
2. Choe, S. Y. and K. H. Yang. 1982. Toxicological studies of antioxidants, butylated hydroxytoluene (BHT) and butylated hydroxyanisole (BHA). Korean J. Food Sci. Technol. 14(3): 283~288.
3. Hoang, V. D., G. T. Tan, H.-J. Zhang, P. A. Tamez, N. V. Hung, N. M. Cuong, D. D. Soejarto, H. H. S. Fong, and J. M. Pezzuto. 2002. Natural anti-HIV agents-part I: (+)-demethoxyepiexcelsin and verticillatol from *Litsea verticillata*. Phytochemistry 59: 325~329.

4. Malhotra, B., C. Onyilagha, B. A. Bohm, G. H. N. Towers, D. James, J. B. Harborne, and C. J. French. 1996. Inhibition of tomato ringspot virus by flavonoids. *Phytochemistry* 43: 1271~1276.
5. Okabe, T., K. Saito, T. Fukui, and K. Iinuma. 1994. Antibacterial activity of hinokitiol against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Mokuzai Gakkaishi* 40(11): 1233~1238.
6. Peng, Z. F., D. Strack, A. Baumert, R. Subramaniam, N. K. Goh, T. F. Chia, S. N. Tan, and L. S. Chia. 2003. Antioxidant flavonoids from leaves of *Polygonum hydroptiper* L. *Phytochemistry* 62: 219~228.
7. Rahman, M. M. and A. I. Gray. 2002. Antimicrobial constituents from the stem bark of *Feronia limonia*. *Phytochemistry* 59: 73~77.
8. Rice-evans, C. A., N. J. Miller, P. G. Bolwell, P. M. Bramley, and J. B. Pridham. 1995. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Rad. Res.* 22(4): 375~383.
9. Rohdewald, P. 2002. A review of the French maritime pine bark extract (Pycnogenol), a herbal medication with a diverse clinical pharmacology. *Int. J. Clin. Pharmacol. Ther.* 40(4): 158~168.
10. Yatakal, M. and N. Nakatani. 1994. Antimite, antifly, antioxidative, and antibacterial activities of piferic acid and its congeners. *Mokuzai Gakkaishi* 40(12): 1355~1362.
11. 고정식, 김윤식. 1994. 원색한국식물도감. 아카데미서적. 서울. pp. 12~607.
12. 이성숙, 이학주, 최돈하. 2001. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구(VII) -산벚나무 심재 추출성분의 항균 및 항산화활성-, *목재공학* 29(2): 140~145.
13. 이성숙, 이학주, 최돈하, 菱山正二郎, 加藤 厚. 2000a. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구(IV) -산뽕나무 심재 추출성분과 유연 합성 stilbenoid의 항균 및 항산화활성-, *목재공학* 28(3): 70~77.
14. 이성숙, 최돈하, 이학주, 강하영. 2000b. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구(II) -느티나무 심재의 항균 및 항산화물질-, *목재공학* 28(2): 32~41.
15. 임업연구원. 1999. 임산추출물의 살균 및 항산화물질 탐색. 1999년도 임업연구사업보고서(5-II) pp. 179~220.
16. 이창복. 1993. 대한식물도감, 향문사, 서울. pp. 1~791.
17. 이학주, 최윤정, 최돈하, 홍인표. 2003. 잣나무(*Pinus koraiensis*) 목부의 추출성분, *목재공학* 31(5): 49~56.
18. 최윤정, 이학주, 이성숙, 최돈하. 2003. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구(X) -헛개나무 목부의 항균활성 물질-, *목재공학* 31(1): 1~9.