

수목추출물의 생리활성에 관한 연구(VII)*1

- 산벚나무 심재 추출성분의 항균 및 항산화활성 -

이 성 숙*2 · 이 학 주*2 · 최 돈 하*2

Studies on Biological Activity of Wood Extractives(VII)*1

- Antimicrobial and Antioxidation Activities of Extractives from the
Heartwood of *Prunus sargentii* -

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

요 약

천연물 유래의 보다 안전하고 활성이 우수한 항균 및 항산화물질을 탐색할 목적으로 산벚나무 심재로부터 분리한 pinostrobin, eriodictyol, naringenin, pinocembrin, taxifolin, verecundin의 항균 및 항산화활성을 검정하였다. 배지점적법을 이용하여 항진균활성을 조사한 결과, pinocembrin(5,7-dihydroxyflavanone)이 공시균 주 모두에 대해 80% 이상의 균사생장억제율을 나타내어 가장 활성이 우수한 것으로 나타났으며 그 다음이 naringenin(4',5,7-trihydroxyflavanone), 그리고 verecundin(7-hydroxyflavanone 5-O- β -D-glucopyranoside)은 활성이 없는 것으로 나타났다. 특히, pinocembrin의 경우 현재 천연물로부터 분리되어 실용화되고 있는 항균물질인 히노키치올에 비견될 수 있는 항진균활성을 나타내었다. 한천배지확산법을 이용한 항세균활성 조사에서는 단리물질 모두 생육저지환을 형성하지 않아 활성이 없는 것으로 나타났다. 또한, 항산화활성 검정을 위해 프리라디칼소거능 및 과산화물가를 조사한 결과, taxifolin(3,3',4',5,7-pentahydroxyflavanone)과 eriodictyol(3',4',5,7-tetrahydroxyflavanone)이 천연항산화제인 α -tocopherol의 2배의 프리라디칼소거능을 나타내었으며, 항산화지수도 천연항산화제보다 높은 것으로 나타나 항산화활성이 우수한 것으로 판단되었다. 이상의 결과 산벚나무 심재 에탄올 추출물의 높은 항균활성은 pinocembrin에, 항산화활성은 taxifolin과 eriodictyol에 기인하는 것으로 사료되었다.

*1 접수 2001년 3월 27일, 채택 2001년 5월 25일.

본 연구는 임업연구원 임업연구사업의 일환으로 수행되었음.

*2 임업연구원 Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea.

ABSTRACT

Antimicrobial and antioxidative activities on heartwood extractives of domestic species were investigated to develop a natural fungicide or preservative. Six flavanones including pinostrobin, eriodictyol, naringenin, pinocembrin, taxifolin and verecundin were isolated from *Prunus sargentii* which has been selected due to its high antimicrobial and antioxidative activities among the tested species.

According to the results of antifungal test, pinocembrin was evaluated as the highest antifungal compound among the test compounds, which showed 80% of hyphal growth inhibition rate. Antifungal activity of pinocembrin was similar to hinokitiol(β -thujaplicin), strong antimicrobial compound isolated from *Thujaopsis dolabrata*. Naringenin followed pinocembrin in its antifungal activity. However, verecundin did not show any antifungal activity. No compound was effective in antibacterial activities. As a result of the measurement of free radical scavenging activity, antioxidative activities of taxifolin and eriodictyol were 2 times that of α -tocopherol, and antioxidative index of these compounds were even superior to that of α -tocopherol.

In this regard, it could be inferred that high antifungal and antioxidative activities of extractives of *P. sargentii* were derived from pinocembrin, taxifolin and eriodictyol, respectively.

Keywords : *Prunus sargentii*, antimicrobial activity, antioxidative activity, pinostrobin, eriodictyol, naringenin, pinocembrin, taxifolin, verecundin

1. 서 론

식물에는 항균성분이 있다는 것은 잘 알려진 사실로, 식물로부터 분리되거나 혹은 잎등 식물체 그대로 식품 보존 등의 일상생활에 이용되어 왔다. 이러한 항균활성은 합성약제와 비교하면 낮고, 더디게 작용하는 것은 사실이다. 그러나, 합성약제의 안전성이 문제시되고 있는 가운데 합성품과 비교하여 부작용 등의 해가 적은 천연물 유래의 항균성분에 대한 관심이 고조되고 있는 실정이다.

또한, 최근 식품유통기구의 발전과 가공기술이 진보함에 따라 식품의 장기간 보존시 안전성을 고려하여 항산화제의 중요성이 높아가고 있으며, 생체내에 있어 항산화제가 지질의 과산화를 억제하고 노화, 발암을 억제한다는 견해도 있다(大澤, 1995; 吉川·高橋, 1995). 그러므로, 이러한 상황에서 천연물 유래로 보다 안전하고 효과가 좋은 항산화제의 개발이 기대되고 있는 실정이다. 최근의 강한 항산화능이 있다고 보고되는 물질로는 수목추출성분과 유연 화합물이

많은 것으로 나타나고 있으며(加藤 등, 1995; 吉田 등, 1995), 수목추출성분은 구성 성분의 종류가 많아 단일 성분에서는 얻을 수 없는 폭 넓은 항산화능의 발현이 기대된다.

이러한 점을 고려하여 본 연구는 수목 추출물로부터 보다 안전하고 활성이 우수한 항균 및 항산화물질을 검색할 목적으로 국내산 수목 추출물의 항균 및 항산화활성을 검정한 결과(이 등, 1999), 활성이 우수한 것으로 나타난 산벚나무 심재로부터 물질을 분리하여 항균 및 항산화활성을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

공시재료로서는 전보(이 등, 2001)에서 산벚나무(*Prunus sargentii*) 심재 추출물로부터 분리한 pinostrobin, eriodictyol, naringenin, pinocembrin,

taxifolin, verecundin을 공시재료로 사용하였다.

2.2 공시균

항균활성검정용 공시균은 진균으로서 목재부후균인 *Gliocladium virens*, *Tyromyces palustris*, *Trametes versicolor*, 수목병원균인 *Phomopsis albobestita*, *Endothia nitschkeii*, *Melanconis juglandis*, 그리고 세균으로서 그람양성균인 *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* 및 그람음성균인 *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*를 사용하였다.

2.3 항균활성검정

항균활성검정방법으로는 진균에 대한 항균활성은 배지점적법을, 세균에 대한 활성은 한천배지확산법을 전보(이 등, 2000b)에 따라 행하였다.

2.4 항산화활성검정

2.4.1 프리라디칼 소거능(Free radical scavenging activity) 측정

프리라디칼 소거능에 의한 항산화활성은 산화에 의해 생성되는 hydroperoxide(ROOH)가 유리시 발생하는 라디칼($RO\cdot$, $\cdot OH$)을 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 라디칼이 포착함에 따라 DPPH 라디칼 본래의 흑자색을 잃게되는 점을 이용하여 전보(이 등, 2000b)의 방법에 따라 행하였다.

2.4.2 과산화물가 측정

A.O.C.S. Cd 8-53(1989)에 따라 60% linoleic acid를 기질로 사용하여 과산화물가(peroxide value : POV)를 전보(이 등, 2000b)에 따라 측정하여 항산화활성의 지표로 삼았다.

3. 결과 및 고찰

3.1 단리물질의 항균활성

산벚나무 심재로부터 단리한 pinostrobin, eriodictyol, naringenin, pinocembrin, taxifolin, verecundin의 항진균활성을 검정한 결과, pinocembrin이 가장 활성이 우수하여 *G. virens*와 *P. albobestita*를 제외한 공시균주의 생육을 완전히 저해하는 것으로 나타났으며, *G. virens*와 *P. albobestita*에 대해서도 각각 85.5%와 81.9%의 균사생장억제율을 나타내어 단리물질 중 가장 항진균활성이 우수한 것으로 나타났다(Table 1). 그 다음이 naringenin으로 *T. palustris*와 *P. albobestita*를 제외한 공시균주에 대하여 50% 이상의 항진균활성을 나타내었다(Table 1). 그러나, naringenin과 pinocembrin을 제외한 단리물질은 모두 항균활성이 낮았으며, 특히 verecundin은 전혀 균사의 생장을 억제하지 못해 단리물질 중 항균활성이 가장 낮은 것으로 나타났다(Table 1).

또한, 단리물질 중 항균활성이 가장 우수한 것으로 나타난 pinocembrin을 현재 천연물로부터 단리된 항균물질 중 가장 활성이 우수한 것으로 알려진 히노키치올과 비교, 검토하였다. 그 결과, *T. palustris*와 *P. albobestita*에 대한 항균활성은 히노키치올이 높았으나 *T. versicolor*, *E. nitschkeii* 및 *M. juglandis*에 대한 활성은 pinocembrin이 높아(Fig. 1), 균에 따라 차이는 있으나 pinocembrin의 항균활성은 히노키치올에 비견될 수 있을 것으로 추정되었다. 이상의 결과, flavanone인 pinocembrin의 경우 B-ring에 수산기가 없는 구조적인 특징으로 인해 항균활성이 높은 것으로 사료되며, 이는 stilbenoid의 연구결과(이 등, 2000a)와도 일치하였다.

그러나, 한천배지확산법을 이용한 항세균활성 검정 결과 분리물질 모두 모든 공시세균에 대하여 생육저지환을 형성하지 않아 항세균활성이 없는 것으로 판단되었다(Table 2).

Table 1. Antifungal activities of compounds isolated from heartwood extractives of *P. sargentii*.

Compound	Hyphal growth inhibition rate (%) ¹⁾					
	<i>G. virens</i>	<i>T. palustris</i>	<i>T. versicolor</i>	<i>P. albobestita</i>	<i>E. nitschkeii</i>	<i>M. juglandis</i>
Pinostrobin (5-Hydroxy-7-methoxyflavanone)	16.9	15.7	26.5	16.9	27.7	49.4
Eriodictyol (3',4',5',7-Tetrahydroxyflavanone)	14.5	0	14.5	12.4	12.0	15.7
Naringenin (4',5',7-Trihydroxyflavanone)	63.9	10.8	73.5	24.1	54.2	51.8
Pinocembrin (5,7-Dihydroxyflavanone)	85.5	100.0	100.0	81.9	100.0	100.0
Taxifolin (3,3',4',5',7-Pentahydroxyflavanone)	10.8	0	15.7	0	14.5	2.4
Verecundin (7-Hydroxyflavanone 5-O- β -glucopyranoside)	2.4	0	3.6	0	0	0
Hinokitiol (β -Thujaplicin)	51.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

¹⁾ 100 μ g/ml of each compounds was added.

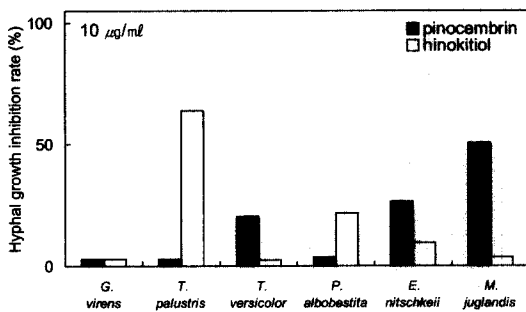


Fig. 1. Antifungal activities of hinokitiol and pinocembrin isolated from heartwood extractives of *P. sargentii*.

3.2 단리물질의 항산화활성

산벚나무 심재로부터 분리한 pinostrobin, eriodictyol, naringenin, pinocembrin, taxifolin, verecundin의 항산화활성을 DPPH 프리라디칼소거

능으로 조사한 결과, eriodictyol의 경우 10 μ g/ml의 농도에서 91.9%의 프리라디칼소거능을 나타내었으며, taxifolin도 같은 농도에서 93.25%의 라디칼소거능을 나타내었다(Table 3). 이는 합성항산화제인 BHT나 천연항산화제인 α -tocopherol의 2배의 라디칼소거능으로 항산화활성이 우수한 것으로 판단되었다.

이러한 경향은 기질인 linoleic acid의 과산화물가가 80meq/kg에 도달하는 유도기간을 1로 설정하여 상대적인 항산화지수(A.I)를 측정된 결과에서도 동일하게 나타났다. 즉, taxifolin이 1.79로 가장 높은 항산화지수를 나타내었으며, 그 다음이 1.42인 eriodictyol로 항산화지수 1.14인 α -tocopherol보다 높은 항산화지수를 나타내어 항산화활성이 우수한 것으로 판명되었다(Fig. 2).

이는 eriodictyol(3',4',5,7-tetrahydroxyflavanone), taxifolin(3,3',4',5,7-pentahydroxyflavanone) 두 물질 모두 B-ring의 3', 4'위에 수산기가 붙어있는 물질로 이로 인해 항산화활성이 우수

Table 2. Antibacterial activities of compounds isolated from heartwood extractives of *P. sargentii*.

Compound	Diameter of clear zone (mm) ¹⁾			
	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>E. coli</i>	<i>P. aeruginosa</i>
Pinostrobin (5-Hydroxy-7-methoxyflavanone)	n.d. ²⁾	n.d.	n.d.	n.d.
Eriodictyol (3',4',5,7-Tetrahydroxyflavanone)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Naringenin (4',5,7-Trihydroxyflavanone)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pinoembrin (5,7-Dihydroxyflavanone)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Taxifolin (3,3',4',5,7-Pentahydroxyflavanone)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Verecundin (7-Hydroxyflavanone 5-O- β -D-glucopyranoside)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Hinokitiol (β -Thujaplicin)	36	38	35	31

¹⁾ 1mg/disc of each compounds was applied

²⁾ not detected

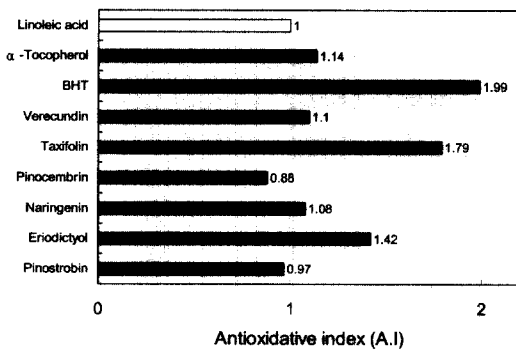


Fig. 2. Antioxidative activities of compounds isolated from heartwood extractives of *P. sargentii*.

하게 나타난 것으로 사료되었다. 이러한 결과는 flavonoid의 항산화활성에 있어 B-ring의 3', 4' 위의 OH기가 매우 중요하다는 보고(Rice-Evans 등, 1995)와도 일치하는 결과이며, 일본잎갈나무 심재로부터 분리한 taxifolin의 항산화활성을 검정한 결과(윤 등, 2000)와도 일치하였다. 또한, eriodictyol (3',4',5,7-tetrahydroxyflavanone)의 3'위에 OH기

Table 3. Free radical scavenging activity of compounds isolated from heartwood extractives of *P. sargentii*.

Compound	Free radical scavenging activity (%)		
	100 μ g/ml	10 μ g/ml	1 μ g/ml
Pinostrobin (5-Hydroxy-7-methoxyflavanone)	27	13	0.2
Eriodictyol (3',4',5,7-Tetrahydroxyflavanone)	93.8	91.9	10.4
Naringenin (4',5,7-Trihydroxyflavanone)	8.0	2.2	1.6
Pinoembrin (5,7-Dihydroxyflavanone)	2.4	0.1	1.7
Taxifolin (3,3',4',5,7-Pentahydroxyflavanone)	94.2	93.2	11.8
Verecundin (7-Hydroxyflavanone 5-O- β -D-glucopyranoside)	7.9	0.1	0.1
Butylated hydroxytoluene	92.5	45.9	7.5
α -Tocopherol	92.3	46.4	0.4

가 없는 naringenin(4',5,7-trihydroxyflavanone)의 항산화활성이 낮았는데 이는 3'위의 OH기가 없어 활성이 낮아진 것으로 사료된다. 즉, 3'위의 OH기의 유무에 따라 항산화활성이 차이가 생긴 것으로, quercetin(3,3',4',5,7-pentahydroxyflavone)과 taxifolin(3,3',4',5,7-pentahydroxyflavanone)의 3'위의 OH기가 존재하지 않는 kaempferol(3,4',5,7-tetrahydroxyflavone)이나 aromadendrin(3,4',5,7-tetrahydroxyflavanone)이 항산화활성이 낮다는 보고(Larson, 1988; 윤 등, 2000)는 이러한 사실을 뒷받침해 주고 있다.

4. 결 론

천연물 유래의 보다 안전하고 활성이 우수한 항균 및 항산화물질을 탐색할 목적으로 국내산 수목 추출물의 항균 및 항산화활성을 검증한 결과, 활성이 우수한 것으로 나타난 산벚나무 심재로부터 단리한 pinostrobin, eriodictyol, naringenin, pinocembrin, taxifolin, verecundin의 항균 및 항산화활성을 조사하였다. 그 결과, pinocembrin이 현재 천연물로부터 분리되어 실용화되고 있는 항균물질인 히노키치올과 동등한 활성을 나타내어 가장 항진균활성이 우수한 것으로 나타났으며, 그 다음이 naringenin, 그리고, verecundin은 활성이 없는 것으로 나타났다. 그리고, 분리물질 모두 생육저지환을 형성하지 않아 항세균활성은 없는 것으로 조사되었다. 또한, 항산화활성을 조사한 결과, taxifolin과 eriodictyol이 천연항산화제인 α -tocopherol의 2배의 프리라디칼소거능을 나타내었으며, 항산화지수도 천연항산화제보다 높은 것으로 나타나 항산화활성이 우수한 것으로 판단되었다.

이상의 결과 산벚나무 심재 에탄올 추출물의 높은 항균활성은 pinocembrin에, 항산화활성은 taxifolin과 eriodictyol에 기인하는 것으로 밝혀졌다.

참 고 문 헌

1. 윤순영, 이학주, 이성숙, 최돈하, 백기현. 2000. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구(V) -일본잎갈나무 심재부의 플라보노이드. 목재공학 28(3) : 78-84.
2. 이성숙, 이학주, 강하영, 최돈하. 1999. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구(I) -심재추출물의 항균 및 항산화활성. 산림과학논문집 61 : 82-89.
3. 이성숙, 이학주, 최돈하, 菱山正二郎, 加藤 厚. 2000a. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구(IV) -산벚나무 심재 추출성분과 유연 합성 stilbenoid의 항균 및 항산화활성. 목재공학 28(3) : 70-77.
4. 이성숙, 최돈하, 이학주, 강하영. 2000b. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구(II) -느티나무 심재의 항균 및 항산화물질. 목재공학 28(2) : 32-41.
5. 이학주, 이성숙, 최돈하, 加藤 厚. 2001. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구(VI) -산벚나무 심재의 Flavonoids. 목재공학 29(2).
6. 加藤 卓, 岡村 秀雄, 庭野 満, 三村 精男. 1995. 配糖体の抗酸化劑としての利用技術の開発. 樹木抽出成分利用技術研究成果集 289-302.
7. 大澤 俊彦. 1995. 植物の持つ抗酸化防衛機構と抗酸化成分の檢索. FFIジャーナル 163 : 19-29.
8. 吉川 敏一, 高橋 周史. 1995. 抗酸化食品による疾患の豫防. FFIジャーナル 163 : 11-18.
9. 吉田 稔, 後藤 地生, 大原 光晴, 村田 充良, 井戸田 薫, 加藤 紀子, 安藤 基治. 1995. 樹脂の抗酸化劑等としての利用技術の開発. 樹木抽出成分利用技術研究成果集 303-322.
10. A.O.C.S. 1989. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. 4th ed. Method Cd 8-53. Champaign, Illinois.
11. Larson, R. A. 1988. The antioxidants of higher plants. Phytochemistry. 27(4): 969-978.
12. Rice-Evans, C. A., N. J. Miller, P. G. Bolwell, P. M. Bramley, J. B. Pridham. 1995. The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. Free Rad. Res. 22(4) : 375-383.