

분비들(*Salix rorida*) 수피의 후라보노이드 및 배당체 화합물*1

함연호*2 · 배영수*3

Flvonoids and Their Glycosides from the Bark of *Salix rorida**1

Yeon-Ho Ham*2 · Young-Soo Bae*3

요 약

분비들 수피를 아세톤-물(7:3)로 추출한 후 농축하고 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트 및 수용성으로 분획하여 동결건조하였다. 각 추출물은 메탄올 수용액 및 에탄올-헥산 혼합액을 사용하여 Sephadex LH-20 칼럼 크로마토그래피로 화합물을 분리한 후 TBA 및 6% 초산에 전개하는 셀룰로오스 박층크로마토그래피로 단리물질을 확인하였다. 단리물질의 화학적 구조는 ¹H-NMR, ¹³C-NMR 및 질량 분석으로 결정하였으며, 단일의 화합물로 정제된 물질은 flavonoid와 그 배당체 화합물인 (+)-catechin, naringenin, salipurposide, aromadendrin, isosalipurposide, aromadendrin-7-O-β-D-glucopyranoside 및 taxifolin-7-O-β-D-glucopyranoside였다.

ABSTRACT

The air-dried bark of *Salix rorida* was extracted with acetone-water(7:3, v/v) and its extractives were concentrated with a vacuum evaporator. The extractives were fractionated with a series of n-hexane, chloroform, ethylacetate(EtOAc) and water on a separatory funnel. Each fraction was freeze-dried to give some dark brown powder. The EtOAc and water soluble fractions were chromatographed on a Sephadex LH-20 column using a series of aqueous methanol and ethanol-hexane mixture as eluents. The isolated compounds were tested with a cellulose TLC developed with TBA and 6% acetic acid and then visualized on UV lamp or sprayed with vanillin-HCl-EtOH. The purified compounds were flavonoids and their glycosides as follows: (+)-catechin, naringenin, salipurposide, aromadendrin, isosalipurposide, aromadendrin-

* 1 접수 2001년 7월 2일, 채택 2001년 9월 20일

* 2 한국원자력연구소 방사선식품생명공학 연구과제팀 Radiation Food Technology and Bioscience Team, Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 305-353, Korea

* 3 강원대학교 산림과학대학 College of Forest sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea

7-O- β -D-glucopyranoside and taxifolin-7-O- β -D-glucopyranoside. The structures of each compounds were confirmed by $^1\text{H-NMR}$, $^{13}\text{C-NMR}$ and mass spectra.

Keywords: *Salix rorida*, bark, extractives, Sephadex LH-20, flavonoids, glycosides

1. 서론

수목의 잎, 수피 및 뿌리 등으로부터 얻을 수 있는 천연추출물은 예로부터 한방과 민간에서 식품, 의약품, 향료 및 염료 등 다양한 형태로 우리의 실생활에 매우 유용하게 이용되고 발전되어 왔다. 최근에는 기존의 합성약제, 농약 및 합성물질의 첨가에 의한 인체의 부작용, 유해성 및 환경오염 등 심각한 부작용이 대두됨에 따라 초본 및 목본식물에서 분리한 천연추출물을 이용한 생약, 기능성식품, 보존제 및 방충제 등 다양한 분야에 응용하기 위한 연구들이 활발하게 이루어지고 있다. 특히 생명공학 관련산업에 대한 정부의 적극적인 지원과 함께 그 일부분을 이루고 있는 천연추출물의 분리 및 구조결정에 관한 많은 관심들이 집중되고 있으며 이에 대한 체계적인 연구의 필요성이 대두되고 있다.

예로부터 버드나무류의 수피 및 어린 가지(柳枝)는 두통에 특효약으로 쓰였으며, 느릅나무, 다릅나무 수피를 함께 혼합하여 달인 농축액은 신경통, 관절염, 타박상으로 인한 통증에 고약으로 만들어 붙이거나 발라서 소염진통제로 사용하였다(허, 1994). 또한 어린가지를 달여서 복용하게 되면 황달과 백탁, 관상동맥, 죽상 경화성 심장병의 치료, 만성기관지염의 치료, 전염성간염의 치료 및 화상, 타박상의 치료에 효과가 있는 것으로 알려지고(김 등, 1998; 동국대학교, 1994; 허, 1994) 있으며 이는 주로 쓴맛을 지닌 살리신(salicin) 및 그 유도체들과 페놀성화합물에 의한 약리작용으로 밝혀지고 있다(加藤正也, 1992; Mizuno 등, 1989; steele 등, 1972).

북반구 온대지역에 주로 분포하며 약 300여종으로 구성되는 버드나무속 수종들 중 분버들(*Salix rorida*)은 주로 중부 이북의 냇가 부근에서 자라고 높이가 10~15 m, 지름 30 cm 정도까지 자라며 껍질은

회갈색이며 세로로 갈라지고 소지(小枝)는 황색 또는 암적색(暗赤色)으로서 흔히 백분(白粉)으로 덮여 있으며, 수피를 벗기면 노란색을 띤다(이, 1985).

본 연구에서는 예로부터 민간에서 약용으로 많이 이용되어 온 버드나무속 수종의 수피에서 추출성분을 분리하고 그 구조를 규명하여 수목의 추출성분에 관한 기초자료를 확보하고, 이들 추출물을 보다 효과적으로 이용하기 위한 방법을 모색하기 위하여 수행되었다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

본 실험에 사용된 분버들은 1998년 4월 강원도 인제군 북면 한계령 계곡에서 25년생 1그루를 벌채하여 즉시 박피하고 수피는 실험실에서 3주간 건조하여 추출재료로 사용하였다.

2.2. 추출물의 조제 및 분리

기건된 분버들 수피를 분쇄기로 분쇄한 후에 1.5 kg을 아세톤-물(7:3)의 추출용매로 추출하여 농축하고 분획할때기 상에서 핵산 및 클로로포름용성 부분을 분획하여 제거하였다. 이후 에틸아세테이트용성과 수용성으로 분획하고 동결건조하여 분말로 조제하였으며 에틸아세테이트용성분획은 46.0 g, 수용성분획은 109.9 g이었다.

2.3. 추출물의 단리

에틸아세테이트 및 수용성 분획으로부터 화합물을 단리하기 위하여 칼럼크로마토그래피를 실시하였고

이때 사용된 칼럼의 고정상으로는 Sephadex LH-20을 사용하였으며 용리용매로는 메탄올:물(4:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3 등, v/v)혼합액과 에탄올:헥산(4:1, 3:1, 2:1 등, v/v) 혼합액을 사용하였다. 화합물의 단리여부는 셀룰로오스 박층크로마토그래피(TLC)로 확인하였으며 전개용매로는 *t*-BuOH-HOAc-H₂O (3:1:1, Solvent A)와 6% 초산(Solvent B)으로 전개하여 UV 램프를 조사하여 관찰하였고, 발색제로는 Vanillin-HCl-EtOH(60:0.15:6)을 사용하였다.

에틸아세테이트용성 분획 22.0 g을 일차적으로 메탄올-물(4:1)의 용리용매로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 4부분으로 분획하였고 SRE-1은 7.95 g, SRE-2는 7.94 g, SRE-3은 2.49 g, SRE-4는 1.39 g을 얻었다. 이후 반복적인 크로마토그래피로 백색의 침전 결정체인 화합물 3(salipurposide, 6.69 g)을 다량으로 분리하였고, SRE-2와 3으로부터 화합물 1((+)-catechin, 485 mg), 화합물 2(naringenin, 1.51 g), 화합물 4(aramadendrin, 204 mg) 및 화합물 5(isosalipurposide, 280 mg)를 단리하였다.

또한 수용성 분획 31.0 g을 메탄올-물(1:1) 용리용매로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 6개로 분획하였고 SRW-1은 5.72 g, SRW-2는 9.26 g, SRW-3은 1.53 g, SRW-4는 6.56 g, SRW-5는 0.25 g, SRW-6은 1.23 g을 얻었다. SRW-2로부터 화합물 6(aramadendrin-7-O-β-D-glucopyranoside, 19 mg)과 화합물 7(taxifolin-7-O-β-D-glucopyranoside, 74 mg)을 단리할 수 있었다.

2.4. 단리화합물의 구조분석

단리 화합물은 핵자기공명(NMR) 분광분석과 질량분석(MS)을 통하여 정확한 화합물의 구조와 분자량을 확인하였다.

NMR 기기는 강원대학교 공동실험실습관의 Bruker AVANCE DPX 400MHz를 이용하였으며 분석용매는 methanol-d₄ 및 acetone-d₆를 사용하였고 ¹H과 ¹³C-NMR 스펙트럼을 이용하여 분석하였다.

분자량 측정은 강원대학교 공동실험실습관의 Micromass Autospec M363 질량분석 기기를 사용하여 FAB 이온화방식의 질량분석을 통하여 확인하였다.

Salipurposide(3). 흰색결정(6.69 g), TLC *R_f* 값: 0.71(solvent A), 0.39(solvent B)

¹H-NMR(400 MHz, δ, CD₃OD): 2.69(1H, dd, *J*=2.9 Hz, 17.3 Hz, H_{eq}-3), 2.98(1H, dd, *J*=13.1 Hz, 18.0 Hz, H_{ax}-3), 3.40~3.61(4H, m, H-2'', 3'', 4'', 5''), 3.75(1H, dd, *J*=5.0와 5.3 Hz, 12.0 Hz, H_a-6''), 3.94(1H, dd, *J*=1.7와 1.5 Hz, 12.0 Hz, H_b-6''), 4.76(1H, d, *J*=7.4 Hz, H-1''), 5.31(1H, dd, *J*=2.7 Hz, 13.1 Hz, H-2), 6.12(1H, *J*=2.3 Hz, H-6), 6.47(1H, d, *J*=2.2 Hz, H-8), 6.81(2H, d, *J*=8.5 Hz, H-3', 5'), 7.30(2H, d, *J*=8.6 Hz, H-2', 6').

¹³C-NMR(100 MHz, δ, CD₃OD): 46.33(C-3), 62.56(C-6''), 71.25(C-4''), 74.70(C-2''), 77.18(C-3''), 78.67(C-5''), 80.24(C-2), 99.47(C-8), 100.41(C-6), 105.04(C-1''), 107.07(C-10), 116.35(C-3', 5'), 129.04(C-2', 6'), 131.02(C-1'), 159.01(C-4'), 162.40(C-5), 166.59(C-9), 167.12(C-7), 193.13(C-4).

FAB-MS: *m/z* [M+H]⁺ 435

Isosalipurposide(5). 노란색 분말(280 mg), TLC *R_f* 값: 0.44(solvent A), 0.06(solvent B)

¹H-NMR(400MHz, δ, CD₃OD): 3.43~3.60(4H, m, H-2'', 3'', 4'', 5''), 3.76 (1H, dd, *J*=4.9 Hz, 12.0 Hz, H_a-6''), 3.94(1H, dd, *J*=1.6 Hz, 12.1 Hz, H_b-6''), 5.16(1H, d, *J*=7.3 Hz, H-1''), 6.01(1H, d, *J*=2.3 Hz, H-5'), 6.24(1H, d, *J*=2.1 Hz, H-3'), 6.85(2H, d, *J*=8.7 Hz, H-3,5), 7.65(2H, d, *J*=8.6 Hz, H-2,6), 7.69(1H, d, *J*=15.5 Hz, H-β), 8.04(1H, d, *J*=15.5 Hz, H-α).

¹³C-NMR(100 MHz, δ, CD₃OD): 62.65(C-6''), 71.43(C-4''), 75.29(C-2''), 78.76(C-3''), 78.79(C-5''), 95.94(C-3'), 98.66(C-5'), 102.15(C-1''), 107.77(C-1'), 117.17(C-3,5), 126.21(C-α), 128.80(C-1), 132.07(C-2,6), 144.44(C-β), 161.37(C-4), 162.12(C-2'), 166.19(C-6'), 168.10(C-4'), 194.78(C-β').

FAB-MS: *m/z* [M+Na]⁺ 457, [M+H]⁺ 435.

Aromadendrin-7-O-β-D-glucopyranoside

(6). 연황갈색의 분말(19 mg), TLC R_f 값: 0.52 (solvent A), 0.64(solvent B).

$^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, δ , CD_3OD): 3.37~3.46(4H, m, H-2'',3'',4'',5''), 3.66(1H, dd, $J=5.1$ Hz, 12.1 Hz, H_a-6''), 3.86(1H, dd, $J=1.8$ Hz, 12.2 Hz, H_b-6''), 4.58(1H, d, $J=11.7$ Hz, H-3), 4.96(1H, d, $J=6.9$ Hz, H-1''), 5.0(1H, d, $J=11.8$ Hz, H-2), 6.18(1H, s, H-6), 6.21(1H, s, H-8), 6.83(2H, d, $J=8.4$ Hz, H-3',5'), 7.35(2H, d, $J=8.4$ Hz, H-2',6').

$^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, δ , CD_3OD): 62.67(C-6''), 71.48(C-4''), 74.16(C-3), 75.0(C-2''), 78.12(C-3''), 78.61(C-5''), 85.50(C-2), 97.42(C-8), 98.70(C-6), 101.65(C-1''), 103.90(C-10), 116.56(C-3',5'), 129.47(C-1'), 130.86(C-2',6'), 159.64(C-4'), 164.64(C-9), 165.12(C-5), 167.66(C-7), 199.78(C-4).

FAB-MS: m/z $[\text{M}+\text{Na}]^+$ 473, $[\text{M}+\text{H}]^+$ 451.

Taxifolin-7-O- β -D-glucopyranoside(7). 황갈색 분말(74 mg), TLC R_f 값: 0.40(solvent A), 0.64(solvent B)

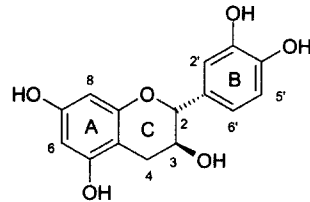
$^1\text{H-NMR}$ 스펙트럼(400 MHz, δ , CD_3OD): 3.38~3.48(4H, m, H-2'',3'',4'',5''), 3.67(1H, dd, $J=5.2$ Hz, 12.1 Hz, H_a-6''), 3.87(1H, dd, $J=1.8$ Hz, 12.2 Hz, H_b-6''), 4.55(1H, d, $J=11.6$ Hz, H-3), 4.94(1H, d, $J=11.6$ Hz, H-2), 4.96(1H, d, $J=7.0$ Hz, H-1''), 6.19(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-6), 6.21(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-8), 6.80(1H, d, $J=8.1$ Hz, H-5'), 6.85(1H, dd, $J=1.8$ Hz, 8.2 Hz, H-6'), 6.97(1H, d, $J=1.8$ Hz, H-2').

$^{13}\text{C-NMR}$ 스펙트럼(100 MHz, δ , CD_3OD): 62.68(C-6''), 71.49(C-4''), 74.20(C-3), 75.0(C-2''), 78.13(C-3''), 78.61(C-5''), 85.66(C-2), 97.41(C-8), 98.67(C-6), 101.64(C-1''), 103.88(C-10), 116.34(C-2'), 116.39(C-5'), 121.39(C-6'), 130.02(C-1'), 146.70(C-3'), 147.58(C-4'), 164.61(C-9), 165.67(C-5), 167.67(C-7), 199.70(C-4).

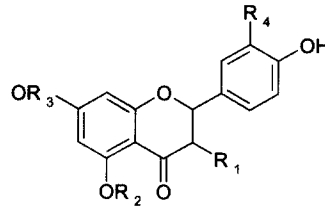
FAB-MS: m/z $[\text{M}+\text{Na}]^+$ 489, $[\text{M}+\text{H}]^+$ 467.

3. 결과 및 고찰

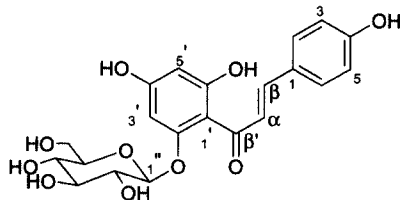
분버들 수피로부터 단리된 flavonoid 화합물은 (+)-catechin과 isosalipurposide를 제외하고 flavanone 및 그 배당체 화합물로 구성되어 있었으며 특히 흰색의 결정성 화합물로 침전된 salipurposide는 다량으로 단리되어 이 수종 수피 추출물의 주성분으로 생각된다.



1: (+)-catechin



- 2: R₁=H, R₂=H, R₃=H, R₄=H, naringenin
- 3: R₁=OH, R₂=H, R₃=H, R₄=H, aromadendrin
- 4: R₁=H, R₂= β -D-glucopyranose, R₃=H, R₄=H, salipurposide
- 6: R₁=OH, R₂=H, R₃= β -D-glucopyranose, R₄=H, aromadendrin-7-O- β -D-glucopyranoside
- 7: R₁=OH, R₂=H, R₃= β -D-glucopyranose, R₄=OH, taxifolin-7-O- β -D-glucopyranoside



5: isosalipurposide

Salipurposide(3), naringenin-5-O-β-D-glucopyranoside

화합물 3의 aglycone에 대한 NMR 피크유형은 naringenin과 매우 유사하게 나타났다. ¹H-NMR 스펙트럼에서 H-6과 H-8은 δ 6.47과 6.12에서 나타났으며 naringenin(배와 함, 2000) 보다 각각 0.6 ppm과 0.2 ppm 정도씩 저자장쪽으로 이동되었으며 C-5에 glucose의 결합으로 인하여 H-6의 deshielding effect가 증가되었음을 의미한다(Harbone, 1994). 또한 C-4가 naringenin보다 4.7 ppm 정도 고자장 쪽으로 이동된 δ 193.13에서 나타났으며, C-3은 δ 46.33, 그리고 C-2는 δ 80.24에서 나타났다. C-4의 화학적 이동값이 눈에 띄게 변화한 것은 carbonyl기와 C-5 간의 수소결합이 깨져서 발생하는 것으로서 flavonoid 배당체들 중 당이 C-5에 결합됨을 나타내는 중요한 단서가 된다(Agrawal, 1989).

당의 형태는 β-D-glucopyranose의 피크유형과 동일하였으며, H-1"이 δ 4.76에서 doublet으로, C-1"은 δ 105.04에서 피크가 보이고 있으므로 C-1"이 aglycone과 결합되어 있음을 알 수 있다(Agrawal, 1992). 따라서 β-D-glucopyranose가 naringenin의 C-5와 결합된 salipurposide로 구조를 결정하였다(The CCD, 2000).

Isosalipurposide(5), 4,4',6'-trihydroxychalcone-2'-O-β-D-glucopyranoside

¹H-NMR과 ¹³C-NMR 스펙트럼에서 signal의 유형을 보면 flavanone의 C환이 개환되면서 α와 β의 탄소가 이중결합을 하고 있는 chalcone의 배당체 화합물임을 알 수 있었다.

Chalcone과 flavonoid 화합물의 생합성 과정은 Shikimate pathway를 통하여 만들어진 cinnamic acid에 다시 acetate-malonate pathway가 적용됨으로써 만들어지는 처음의 형태는 chalcone 화합물이며, chalcone은 다시 flavanone으로 산화되기도 하고 역으로 flavanone은 chalcone으로 환원될 수도 있다(Markham, 1982).

¹H-NMR 스펙트럼에서 δ 8.04와 7.69의 doublet은 각각 이중결합의 H-α와 H-β를 나타내며 J값이 각각 15.5Hz로서 trans 형임을 알 수 있다. C-α와

C-β는 각각 δ 126.21과 144.44로서 C-β'인 carbonyl과의 conjugation 때문에 C-β가 저자장쪽으로 이동된 전형적인 chalcone의 형태를 나타내었다(Agrawal, 1989; Harbone과 Mabry, 1982).

C-β'의 carbonyl은 δ 194.78에서 나타났으며 이것은 C-2'에 glucose가 결합되어 B환과 carbonyl기 사이의 수소결합에 의한 평면구조가 깨지게 되었음을 나타낸다(Agrawal, 1989).

¹H-NMR 스펙트럼에서 H-3'과 H-5'은 각각 δ 6.24와 6.01에서 meta coupling 되어 나타나고 있으며 C-4'을 중심으로 한 대칭구조가 아님을 알 수 있으며 H-3'은 C-2'의 glycosylation의 영향으로 H-5'보다 0.23 ppm 가량 저자장 쪽에서 나타나고 있다. 또한 C-2', 4'과 6'은 각각 162.12, 168.10과 166.19에서 나타났으며 C-2'의 위치에 glucose가 결합됨으로써 약 4 ppm 정도 upfield로 이동되었음을 알 수 있다.

화합물 5는 salipurposide의 생합성과 매우 밀접한 관계가 있는 chalcone 배당체 화합물로 C-2'에 β-D-glucopyranose가 결합된 isosalipurposide(4,4',6'-trihydroxychalcone-2'-O-β-D-glucopyranoside)로 구조를 결정하였다(Rowe, 1989).

Aromadendrin-7-O-β-D-glucopyranoside(6)

화합물 6의 aglycone의 NMR 피크는 aromadendrin(Agrawal, 1989; Ham과 Bae, 1995)의 ¹H-NMR과 ¹³C-NMR 스펙트럼과 매우 유사한 형태를 나타냈으며 A환에서 약간의 차이를 나타냈다.

H-8과 H-6은 각각 δ 6.21과 6.18에서 나타났고 aromadendrin 보다 약 0.3 ppm 정도, C-8과 C-6은 각각 δ 97.42와 98.70에서 나타났으며 aromadendrin 보다 각각 1.1과 1.3 ppm 정도씩 저자장 쪽에서 나타났다. 또한 C-5, C-7과 C-9는 각각 δ 165.12, 167.66, 164.64로서 C-7은 1 ppm 정도 고자장 쪽으로 이동되었으나 C-5와 C-9는 차이가 없었으며 C-10은 δ 103.90으로 aromadendrin보다는 3 ppm 정도 저자장 쪽으로 이동되어 나타났다.

Glucose가 flavanone 및 flavanoneol의 C-7에 결합할 경우 ipso 탄소는 0.2~2 ppm 정도 고자장 쪽으로 이동되고, ortho 탄소는 반대로 0.2~2 ppm 정도 저자장 쪽으로 이동되며, para 탄소는 일반적으로

3.0~5.0 ppm 정도가 저자장 쪽으로 이동된다 (Agrawal; 1989).

또한 C-4는 δ 199.78에서 피크를 보여 주고 있어 C-5의 수산기와 C-4의 carbonyl기가 수소결합을 이루고 있음을 알 수 있었으며 glucose의 NMR 피크유형은 β -D-glucopyranose의 형태와 동일하게 나타났다.

그러므로 화합물 6은 β -D-glucopyranose가 aromadendrin의 C-7에 결합된 flavanonol 배당체 화합물인 aromadendrin-7-O- β -D-glucopyranoside로 구조를 결정하였다(The CCD, 2000).

Taxifolin-7-O- β -D-glucopyranoside (7)

화합물 7의 aglycone은 taxifolin으로서 Harbone과 Mabry(1982) 및 Ham과 Bae(1995)가 보고한 taxifolin의 $^1\text{H-NMR}$ 과 $^{13}\text{C-NMR}$ 스펙트럼의 B환 및 C환과 거의 동일한 피크형태를 보여주고 있으며 A환은 약간의 차이를 나타내고 있으며 aromadendrin-7-O- β -D-glucopyranoside과 매우 유사한 유형을 보였다.

$^1\text{H-NMR}$ 스펙트럼에서 H-8과 H-6은 각각 δ 6.21과 6.19에서, C-8과 C-6은 각각 δ 97.41과 98.67에서 나타났고, C-7은 δ 167.67, C-10은 δ 103.88에서, 그리고 C-4는 δ 199.70에서 피크를 보였다.

또한 δ 130.02에서 C-1'이 그리고 δ 116.34와 116.39에서 각각 C-2'과 C-5'의 피크들이 나타나고 있으며 수산기가 결합한 C-3'과 C-4'은 δ 146.70과 147.58에서 특징적인 catechol B환의 피크를 나타내고 있으며 taxifolin(Ishimaru 등, 1995)의 피크유형과 동일하였으며 glucose의 형태는 β -D-glucopyranose와 일치하였다.

그러므로 taxifolin의 C-7에 β -D-glucopyranose 결합된 배당체화합물인 taxifolin-7-O- β -D-glucopyranoside로 구조를 결정하였다(The CCD, 2000).

4. 결 론

예로부터 민간에서 약용으로 많이 이용되어 온 버드나무속 수종 중 분버들의 수피를 아세톤-물(7:3)

로 추출한 후 농축하고 헥산, 클로로포름, 에틸아세테이트 및 물로 분획하여 동결건조하였다. 에틸아세테이트 및 수용성 분획에 대하여 메탄올 수용액 및 에탄올-헥산 혼합액을 용리용매로하여 Sephadex LH-20 칼럼크로마토그래피로 화합물을 분리하였고 TBA 및 6% 초산에 전개하는 셀룰로오스 박층크로마토그래피로 단리물질의 확인하였다. 단리물질의 화학적 구조는 ^1H 및 $^{13}\text{C-NMR}$ 스펙트럼을 분석하고 질량 분석으로 분자량을 확인하여 결정하였다. 에틸아세테이트용성 분획에서는 flavonoid 화합물인 (+)-catechin, naringenin, salipurposide, aromadendrin 및 isosalipurposide, 수용성분획에서는 flavonoid 배당체 화합물인 aromadendrin-7-O- β -D-glucopyranoside 및 taxifolin-7-O- β -D-glucopyranoside가 각각 단리되었다.

참 고 문 헌

1. Agrawal, P. K. 1989. Carbon-13 NMR of flavonoids. Elsevier.
2. Agrawal, P. K. 1992. NMR spectroscopy in the structural elucidation of oligosaccharides and glycosides. *Phytochemistry*. 31(10): 3307~3330.
3. Ham, Y. H. and Y. S. Bae. 1995. Flavonoid extractives of *Populus albaglandulosa*, *Mokchaekongbak*. 23(2): 94~99.
4. Harborne, J. B. and T. J. Mabry. 1982. The Flavonoids: advances in research. Chapman and Hall.
5. Harbone J. B. 1994. The Flavonoids: advances in research. Chapman & Hall.
6. Ishimaru, K., T. Omoto, I. Asai, K. Ezaki, and K. Shimomura. 1995. Taxifolin 3-arabinoside from *Fragaria x ananassa*. *Phytochemistry*. 40(1): 345~347.
7. Markham, K. R. 1982. Techniques of Flavonoid Identification. Academic press: 1-85.
8. Mizuno, M., M. Kato, M. Iinuma, T. Tanaka, A. Kimura, H. Ohashi, and H. Sakai. 1989. Chemotaxonomy of the family *Salicaceae*. *Asian Jour. Pl. Sci.* 1(2): 1~14.
9. Rowe, J. W., 1989, Natural Products of Woody

- Plants I & II: chemicals extraneous to the lignocellulosic cell wall, Springer-Verlag.
10. Steele, J. W., P. R. Wettzel and R. C. S. Audette. 1972. Phytochemistry of Salicaceae IV. Investigation of the bark of *Salix Petiolaris* SM. *Journal of Chromatography*. 71: 435-441.
 11. The combined chemical dictionary(CCD) on CD-rom, 2000, data© Chapman & Hall/CRC, HDS software copyright© hampden data services Ltd.
 12. 加藤正也. 1992. ヤナギ植物の化學分類に關する研究. 山支阜藥科大學 碩士學位論文.
 13. 김창민, 신민교, 안덕균, 이경순. 1998. 중약대사전. 정담
 14. 동국대학교 한의과대학 본초학회. 1994. 중국본초도감. 여강출판사. 제2권.
 15. 배영수, 함연호. 2000. 내후성 활엽수종인 아까시나무 목질부와 현사시나무 수피의 추출성분. 목재공학. 28(3): 52~61.
 16. 이창복. 1985. 대한식물도감. 향문사: 254~257.
 17. 허준(동의학연구소 역). 1994. 동의보감. 여강출판사. 탕액편. 나무부.