

국내산 참나무속 수종 수피의 추출성분*1

김진규*2 · 권동주*3 · 임순성*2,4 · 배영수*3†

Chemical Constituents of Domestic *Quercus* spp. Barks*1

Jin-Kyu Kim*2 · Dong Joo Kwon*3 · Soon Sung Lim*2,4 · Young-Soo Bae*3†

요약

국내산 낙엽성 참나무류인 신갈나무, 상수리나무, 떡갈나무, 졸참나무, 갈참나무 및 굴참나무 수피의 추출성분의 구조를 규명하고 수종 상호간 성분의 특성 및 연관성 등을 조사하였다. 그 결과 신갈나무에서 화합물 2 (ellagic acid, 0.03 g), 4 ((+)-catechin, 4.59 g), 6 (taxifolin, 3.35 g) 및 7 (glucodistylin, 20.52 g)을 상수리나무에서는 화합물 1 (gallic acid, 0.18 g), 4 ((+)-catechin, 8.52 g), 5 ((+)-gallo catechin, 0.09 g), 6 (taxifolin, 0.54 g) 및 7 (glucodistylin, 3.28 g)을 떡갈나무에서는 화합물 1 (gallic acid, 0.38 g), 2 (ellagic acid, 0.11 g), 4 ((+)-catechin, 2.01 g), 5 ((+)-gallo catechin, 0.12 g) 및 7 (glucodistylin, 0.39 g)을 갈참나무에서는 2 (ellagic acid, 1.51 g), 4 (+)-catechin, 21.91 g) 및 7 (glucodistylin, 3.91 g)을 졸참나무에서는 2 (ellagic acid, 0.84 g), 4 ((+)-catechin, 0.82 g), 6 (taxifolin, 4.02 g) 및 7 (glucodistylin, 21.50 g)을 굴참나무에서는 1 (gallic acid, 0.24 g), 3 (caffeic acid, 0.05 g), 4 ((+)-catechin, 0.32 g) 및 7 (glucodistylin, 0.65 g)을 분리하여 구조를 규명하였다. 국내산 참나무속 6 수종의 수피에서는 화합물 4 ((+)-catechin)와 7 (glucodistylin)이 공통적으로 분리되었으며 두 성분 중 함유량이 상대적으로 높은 glucodistylin은 참나무류 수피의 지표성분으로 이용될 수 있을 것이다.

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the chemotaxonomical correlation and chemical constituents of domestic *Quercus* spp. barks. The barks of *Q. mongolica*, *Q. aliena*, *Q. serrata*, *Q.*

* 1 접수 2010년 4월 27일, 채택 2010년 7월 8일

* 2 한림대학교 천연의약연구소, Institute of Natural Medicine, Hallym University, Chuncheon 200-702, Korea

* 3 강원대학교 산림바이오소재공학과, Dept. of Forest Biomaterials Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

* 4 한림대학교 식품영양학과, Dept. of Food Science and Nutrition, Hallym University, Chuncheon 200-702, Korea

† 교신저자(corresponding author) : 배영수(e-mail: bae@kangwon.ac.kr)

acutissima, *Q. dentata*, and *Q. variabilis* were collected in the experimental forest of Kangwon National University. The combined extracts were successively fractionated with *n*-hexane, methylene chloride and ethyl acetate using a separation funnel. A portion of the ethyl acetate and H₂O soluble materials of each species were chromatographed on a Sephadex LH-20 column using various aqueous MeOH and EtOH-hexane as washing solvents. Spectrometric analysis such as NMR and MS, including TLC, were performed to characterize the structures of the isolated compounds. Ellagic acid (0.03 g), (+)-catechin (4.59 g), taxifolin (3.35 g), and glucodistylin (20.52 g) were isolated from *Q. mongolica* bark. Gallic acid (0.18 g), (+)-catechin (8.52 g), (+)-gallocatechin (0.09 g), taxifolin (0.54 g), and glucodistylin (3.28 g) were characterized from *Q. acutissima* bark. Gallic acid (0.38 g), ellagic acid (0.11 g), (+)-catechin (2.01 g), (+)-gallocatechin (0.12 g), and glucodistylin (0.39 g) were identified from *Q. dentata* bark. Ellagic acid (1.51 g), (+)-catechin (21.91 g), and glucodistylin (3.91 g) were purified from *Q. aliena* bark. Ellagic acid (0.84 g), (+)-catechin (0.82 g), taxifolin (4.02 g), and glucodistylin (21.50) were isolated from *Q. serrata* bark. Gallic acid (0.24 g), caffeic acid (0.05 g), (+)-catechin (0.32 g), and glucodistylin (0.65 g) were purified from *Q. variabilis* bark. (+)-Catechin and glucodistylin were isolated from all the barks. Glucodistylin can be a taxonomic index on *Quercus* spp.

Keywords: *Quercus* spp., glucodistylin, chemotaxonomy, Sephadex LH-20, extracts

1. 서 론

수목의 추출성분은 고대로부터 향료, 염료, 농약, 도료, 의약품 및 공업원료 등으로 이용해 온 만큼 우리 생활의 여러 면에서 밀접한 관계를 맺어온 유용한 자원 중의 하나이다. 일반적으로 목재내의 추출성분의 양은 대개 미량이나, 특수재에서는 30%에 이르는 것도 있으며 어떤 한 수종이 모든 종류의 추출성분을 함유하고 있는 것이 아니라 추출성분의 함유량과 성분 조성은 수종에 따라서 현저한 차이가 있다. 어떤 과(科)나 속(屬)에 속하는 수목에 특정 추출성분이 많이 함유되어 있기도 하고, 또 어떤 유연관계에 있는 수종들은 그 성분이 비슷한 경우가 많다. 이들의 추출성분은 이용의 관점에서 보면 잠재량이 풍부할 뿐만 아니라 재생산이 가능한 특징을 갖고 있다. 최근에는 수목을 대상으로 한 추출성분이 갖는 여러 기능 중 특히 약리·기능성 생리활성 물질에 관한 연구가 많이 진행되고 있다(이, 2003).

참나무류는 전 임목축적량의 27%를 차지하고 있는 주요 수종이나 활용도에 있어서는 신탄재나 펄프

등의 낮은 용도에 주로 이용되고 있는 실정이다(임업연구원, 1990). 참나무는 전 세계적으로 8속 900여 종이 분포하고, 우리나라에는 상수리나무, 굴참나무, 신갈나무, 졸참나무 등의 낙엽성 참나무류와 남해안 및 저지대에 생육하는 가시나무, 붉가시나무, 개가시나무, 중가시나무, 참가시나무 등 상록성 참나무류 11 종이 서식하고 있다(송, 2002).

상수리나무는 전국의 80 m 이하의 산기슭 양지에 자생하며 잎은 타원형으로 가장자리에 뾰족한 톱니들이 있으며 뒷면에는 털이 있다. 민간에서는 뿌리껍질을 종기에, 열매는 대하증, 지사제로 사용되어 왔다(Shin, 1993). 굴참나무는 산기슭이나 산허리의 양지에서 잘 자라며, 수피는 코르크질이 두껍게 발달하며 세로로 깊게 갈라진다. 열매는 견과로 모양은 타원형이다. 재질은 상수리나무와 비슷한데 약간 단단하고 거칠어서 갈라지기 쉽다. 줄기는 다른 참나무와 쉽게 구별이 된다. 겉모양은 상수리나무와 비슷한 편이나 줄기색이 상수리나무보다 희며 세로로 깊게 갈라지고 코르크처럼 폭신평신했 느낌이 든다. 갈참나무는 졸참나무, 상수리나무와 함께 자라며, 생장이

비교적 빠르고, 계곡부의 토심이 깊고 비옥한 곳이나 산기슭에서 쉽게 발견할 수 있다. 졸참나무는 중국, 우리나라 전국에 자생하며 잎은 어긋나고 가장자리에 안으로 굽은 선모양의 톱니가 있다. 잎 뒷면에는 누운 짧은 털과 여러 갈래로 갈라진 별 모양의 털이 있다. 신갈나무보다 잎의 크기가 훨씬 작고 잎의 모양이 달라서 쉽게 구분되며, 잎의 크기는 갈참나무와 비슷하나 갈참나무보다 잎이 조금 더 작으며 갈참나무와는 줄기의 모양이 완전히 다르다(임, 1995; 김, 1996). 떡갈나무의 잎은 참나무 가운데 가장 크며 수피는 회갈색이고 가지는 넓게 퍼진다. 잎이 두껍기 때문에 떡갈이라는 이름이 붙었다. 신갈나무와 잎 모양이 비슷하게 생겼으나 신갈나무는 잎이 얇은데 비해 떡갈나무는 잎이 두껍다. 동아시아 지역에 널리 분포하며 산지에서 흔히 자란다. 잎과 수피에는 탄닌이 풍부하고 열매는 수렴작용과 지사(止瀉) 작용이 있으며 씨는 이질에 의한 종양, 치질의 치료에 사용하였다(김, 1999, 2000).

신갈나무는 일본, 중국, 시베리아 동부 등지에 분포하며 맹아력이 강하고, 천연 갱신이 잘 이루어진다. 수피는 검은빛을 띤 갈색이며 세로로 갈라지고 잎은 어긋나고 가지 끝에 모여 달리며 떡갈나무와 잎 모양이 비슷하게 생겼으나 잎이 더 얇다. 또한, 졸참나무, 갈참나무 및 떡갈나무와 함께 개화결실이 당년에 이루어지는 화이트 오크이다(Miller and Lamb, 1985). 잎과 수피에는 favonoid 성분과 탄닌이 있으며 뇌출혈, 황달에 효능이 탁월하며 구강(口腔)의 염증에 사용하였다(문, 1999; 임, 1995). 우리나라 중부지방 천연림의 대다수를 차지하고 있으며 도시 근교림과 농촌지역 산림과 같이 벌채 혹은 산불 등으로 산림이 파괴된 후 형성된 2차림에서 우점하고 있는 대표 수종이다(손 등, 2002).

그 동안 참나무류에 대한 물리적 특성 및 생육 특성, 분포 등에 관하여 많은 연구가 수행되었지만, 화학적 특성·추출성분에 대한 연구는 외국의 참나무류에 비해서 보고 된 결과가 상당히 미비하며 국내에서는 주로 항균 및 항산화 등의 간단한, 생리활성에 관한 연구가 대부분을 차지하고 있다(김 등, 2000; 김 등, 2005; 신과 조, 1991). 윤(2003)은 참나무 6 수종 추출물에 대한 항균활성 시험에서 갈참나무 잎

이 가장 활성이 높았으며 (+)-catechin이 주요 성분을 보고한 바 있다. 본 논문의 저자(김과 배, 2006)들은 참나무 6 수종의 잎에서 gallic acid를 분리하였고, 이들이 참나무류 잎의 주요 지표성분임을 보고한 바 있다. 본 연구에서는 낙엽성 참나무속 6 수종의 수피를 대상으로 추출성분의 구조를 규명하고 각 수종별 추출성분의 특성 및 수종 간 성분의 상호 연관성을 조사하여 지표성분을 찾는데 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

본 실험에 사용된 공시수종은 신갈나무(*Q. mongolica*), 갈참나무(*Q. aliena*), 떡갈나무(*Q. dentata*)와 굴참나무(*Q. variabilis*)는 2000년 7월 춘천시 동산면 봉명리에서, 졸참나무(*Q. serrata*)와 상수리나무(*Q. acutissima*)는 2000년 8월 홍천군 북방면 북방리의 강원대학교 학술림에서 벌채하여 박피한 후 실험실에서 약 3주간 건조한 후 추출용 시료로 사용하였다.

2.2. 유기용매 추출 및 분획

기건 된 각 수종의 수피(5.0 kg)를 30 ℓ의 유리용기에 넣고 아세톤-물(7 : 3, v/v)의 혼합용액에 침지하여 5일간 추출한 후 농축하였다. 충분한 양의 추출용액을 얻기 위하여 2회 반복하여 추출하였으며 얻어진 추출용액은 감압 농축한 후 *n*-hexane, CH₂Cl₂, ethyl acetate (EtOAc) 및 H₂O로 순차 분획하여 농축한 후 각각의 분획물을 동결 건조하였다.

2.3. 추출물의 분리 및 정제

각 시료의 EtOAc와 H₂O 분획물로부터 단일 화합물을 분리하기 위하여 다양한 크기(직경 50, 30 및 10 mm)의 open 칼럼 크로마토그래피를 실시하였으며 충전물질로는 Sephadex LH-20을 용리용매는 메탄올 수용액과 에탄올-헥산 혼합용액을 사용하였다. 화합물의 순도는 TLC (DC-Plastikfolien cellulose F, Merck)로 확인하였으며 전개용매는 *t*-BuOH-

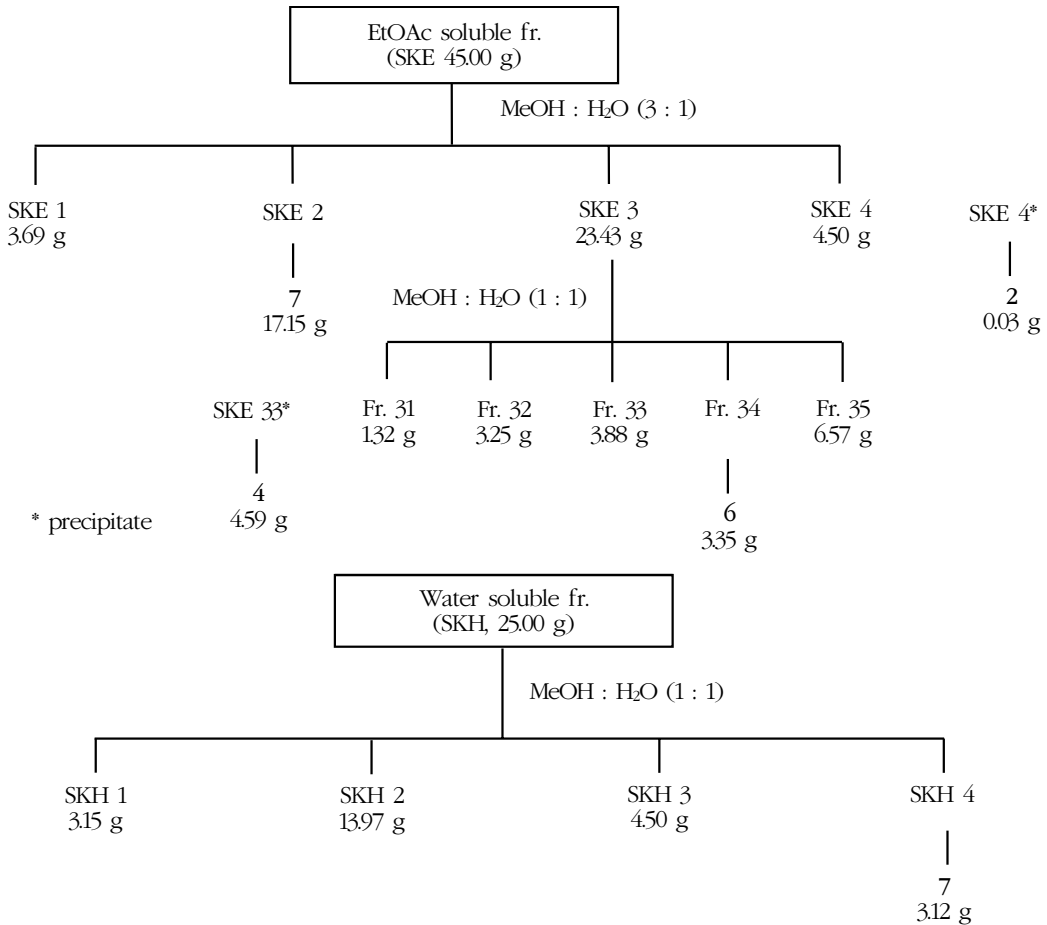


Fig. 1. Column chromatographic fractionation of ethyl acetate and water soluble fractions extracted from *Q. mongolica* bark.

acetic acid-water (3 : 1 : 1, v/v/v, solvent A)와 6% HOAc (solvent B)를 사용하였다. 전개된 화합물은 UV 램프(254 nm, 354 nm)에서 확인한 후, vanillin-HCl-EtOH (60 : 0.15 : 6, v/v/v), 1% FeCl₃ (EtOH) 분무한 후 가열 건조하여 반응하는 색을 관찰하였다.

2.4. 화합물의 분리

2.4.1. 신갈나무(*Q. mongolica*)

Fig. 1과 같이 EtOAc 가용성 분획물 45.00 g을 MeOH-H₂O (3 : 1, v/v)로 추출용액이 충분히 용출될

때까지 칼럼크로마토그래피를 수행하여 4개의 fraction (SKE-1~4)으로 소분획한 후 동결건조하였다. SKE-2 fraction에서 화합물 7 (glucodistylin, 17.15 g)을 얻었으며 SKE-3 fraction을 MeOH-H₂O (1 : 1, v/v)로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 SKE-32 fraction에서 화합물 7 (glucodistylin, 3.25 g), SKE-34 fraction에서 화합물 6 (taxifolin, 3.35 g)을 얻었다. 또한, SKE-33과 SKE-4 fraction을 농축하는 과정에서 화합물 4 ((+)-catechin, 4.59 g)와 화합물 2 (ellagic acid, 0.03 g)를 결정으로 얻었다. 또한, 수용성 분획물 25.00 g을 MeOH-H₂O (1 : 1, v/v)로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 4개의 fraction (SKH-1~4)으로

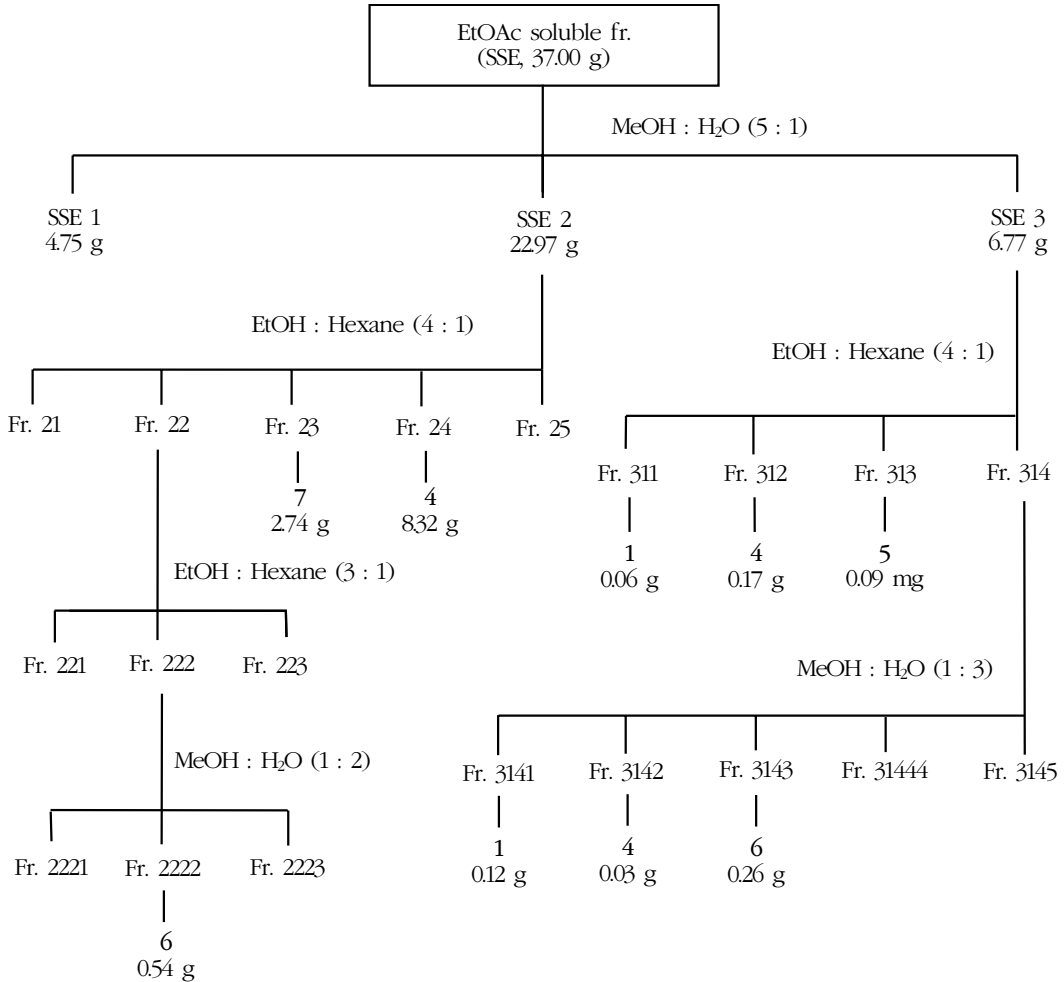


Fig. 2. Column chromatographic fractionation of ethyl acetate soluble fraction extracted from *Q. acutissima* bark.

분획하여 SKH-4 fraction에서 화합물 7 (glucodistylin, 3.12 g)을 얻었다.

2.4.2. 상수리나무(*Q. acutissima*)

Fig. 2와 같이 EtOAc 가용성 분획물 37.00 g을 MeOH-H₂O (5 : 1, v/v)로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 3개의 fraction (SSE-1~3)으로 분획한 후 동결 건조하여 SSE-1 4.75 g, SSE-2 22.97 g, SSE-3 6.77 g을 각각 얻었다. SSE-2 fraction을 EtOH-hexane (4 : 1, v/v)로 크로마토그래피를 수행하여 SSE-

23과 SSE-24 fraction에서 화합물 7 (glucodistylin, 3.28 g)과 화합물 4 ((+)-catechin, 8.32 g)를 얻었다. 또한 SSE-22 fraction을 EtOH-hexane (3 : 1, v/v)과 MeOH-H₂O (1 : 2, v/v)로 크로마토그래피를 수행하여 SSE-2222에서 화합물 6 (taxifolin, 0.54 g)를 얻었다. 또한, SSE-3 fraction을 EtOH-hexane (4 : 1, v/v)로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 SSE-311 fraction에서 화합물 1 (gallic acid, 0.06 g), SSE-312 fraction에서 화합물 4 ((+)-catechin, 0.17 g), SSE-313 fraction에서 화합물 5 ((+)-gallocatechin, 0.09 g)

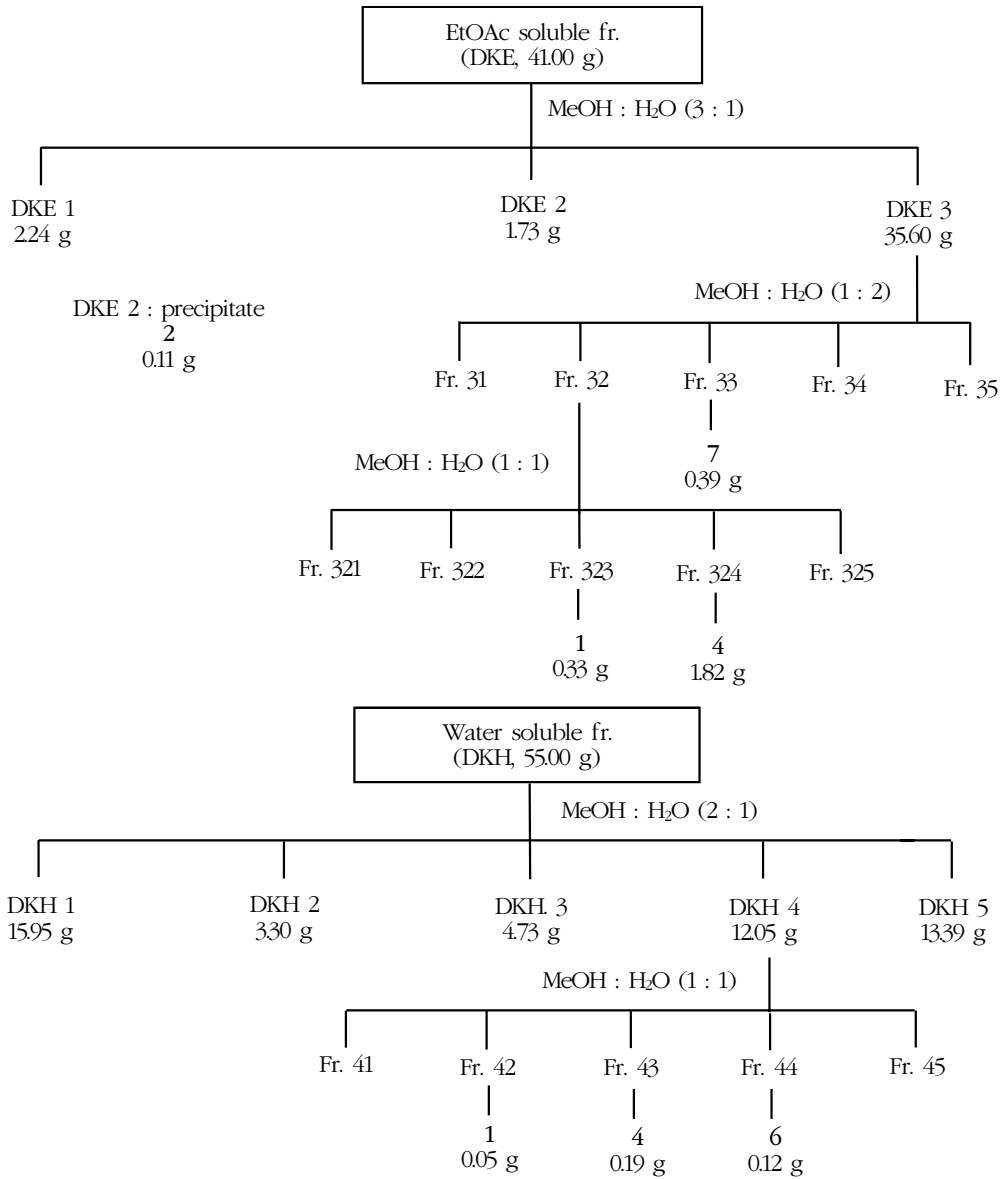


Fig. 3. Column chromatographic fractionation of ethyl acetate and water soluble fractions extracted from *Q. dentata* bark.

를 얻었다. 또한, SSE-314 fraction을 MeOH-H₂O (1 : 3, v/v)으로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 SSE-3141, SSE-3142, SSE-3143 fraction에서 화합물 1 (0.115 g), 4 (0.03 g) 및 6 (0.26 g)을 각각 분리하였다.

2.4.3. 떡갈나무(*Q. dentata*)

Fig. 2와 같이 EtOAc 가용성 분획물 41.00 g을 MeOH-H₂O (3 : 1, v/v)로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 3개의 fraction (DKE-1~3)으로 분획한 후,

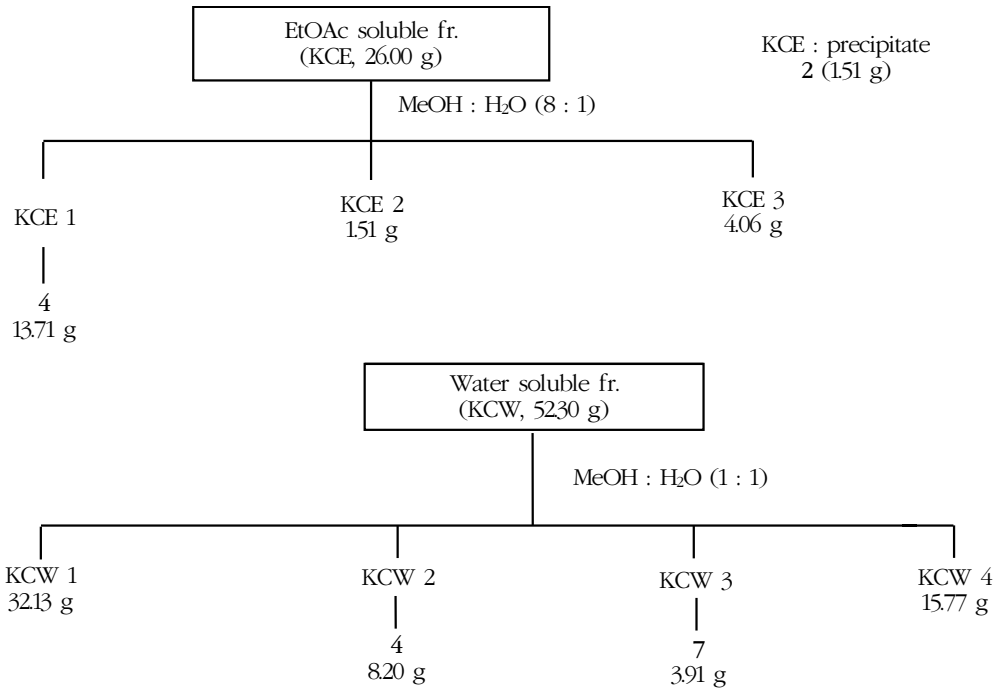


Fig. 4. Column chromatographic fractionation of ethyl acetate and water soluble fractions extracted from *Q. aliena* bark.

동결 건조하여 DKE-1 2.24 g, DKE-2 1.73 g 및 DKE-3 35.60 g을 얻었다. 또한, EtOAc용성 분획물을 농축하는 과정에서 화합물 2 (ellagic acid, 0.11 g)를 결정으로 얻었다. DKE-3을 MeOH-H₂O (1 : 2, 1:1, v/v)로 반복적인 크로마토그래피를 수행하여 DKE-33에서 화합물 7 (glucodistylin, 0.39 g), DKE-323에서 화합물 1 (gallic acid, 0.33 g)을, DKE-324에서 화합물 4 ((+)-catechin, 1.82 g)를 얻었다. 또한, H₂O 분획물 55.00 g을 MeOH-H₂O (2:1, v/v)로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 4개의 fraction (DKH-1~4)으로 분획하였다. DKH-4를 MeOH-H₂O (1:1, v/v)로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 DKH-42에서 화합물 1 (gallic acid, 0.05 g)을, DKH-43에서 화합물 4 ((+)-catechin, 0.19 g)를, DKH-4에서 화합물 6 ((+)-gallocatechin, 0.12 g)을 얻었다.

2.4.4. 갈참나무(*Q. aliena*)

Fig. 4와 같이 EtOAc 가용성 분획물 26.00 g을

MeOH-H₂O (8:1, v/v)로 정제하여 3개의 fraction (KCE-1~3)으로 분획한 후 동결건조 하였다. 첫 번째 fraction (KCE-1)은 NMR 및 MS로 분석하여 화합물 4 ((+)-catechin, 13.71 g)로 규명하였다. EtOAc 가용성을 분리, 정제하기 위하여 메탄올 수용액에 용해하는 과정에서 생긴 침전물을 재결정법으로 정제하여 화합물 2 (ellagic acid, 1.51 g)를 얻었다. 또한, 수용성 분획물(KCW) 52.30 g을 MeOH-H₂O (1 : 1, v/v)로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 두 번째(KCW-2)와 세 번째 fraction (KCW-3)에서 각각 화합물 4 ((+)-catechin, 8.20 g)와 화합물 7 (glucodistylin, 3.91 g)을 얻었다.

2.4.5. 졸참나무(*Q. serrata*)

Fig. 5와 같이 EtOAc 가용성 분획물 60.50 g을 MeOH-H₂O (3 : 1, v/v)로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 4개의 fraction (JCE-1~4)으로 분획하였다. EtOAc를 농축하는 과정에서 황갈색의 결정체로 화

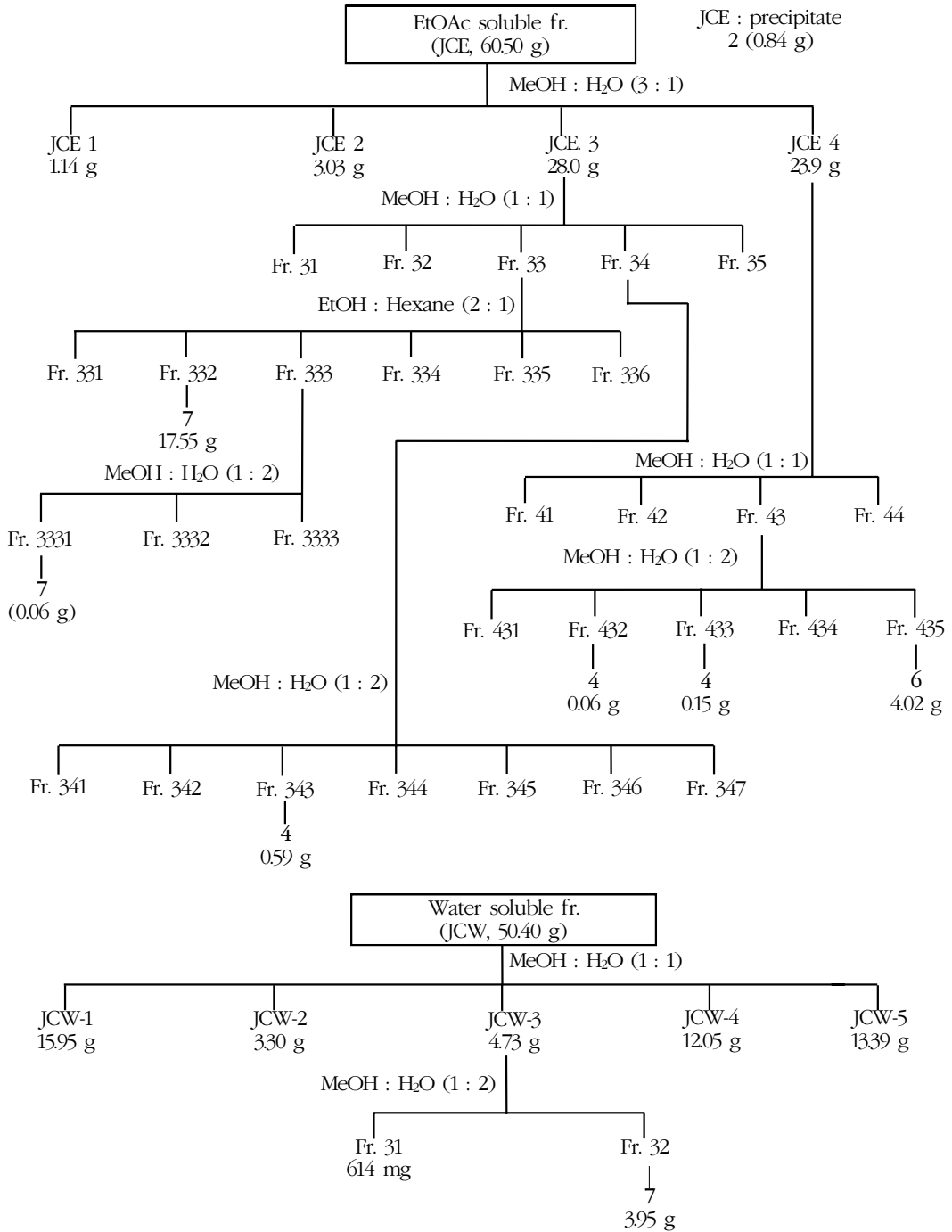


Fig. 5. Column chromatographic fractionation of ethyl acetate and water soluble fractions extracted from *Q. serrata* bark.

국내산 참나무속 수종 수피의 추출성분

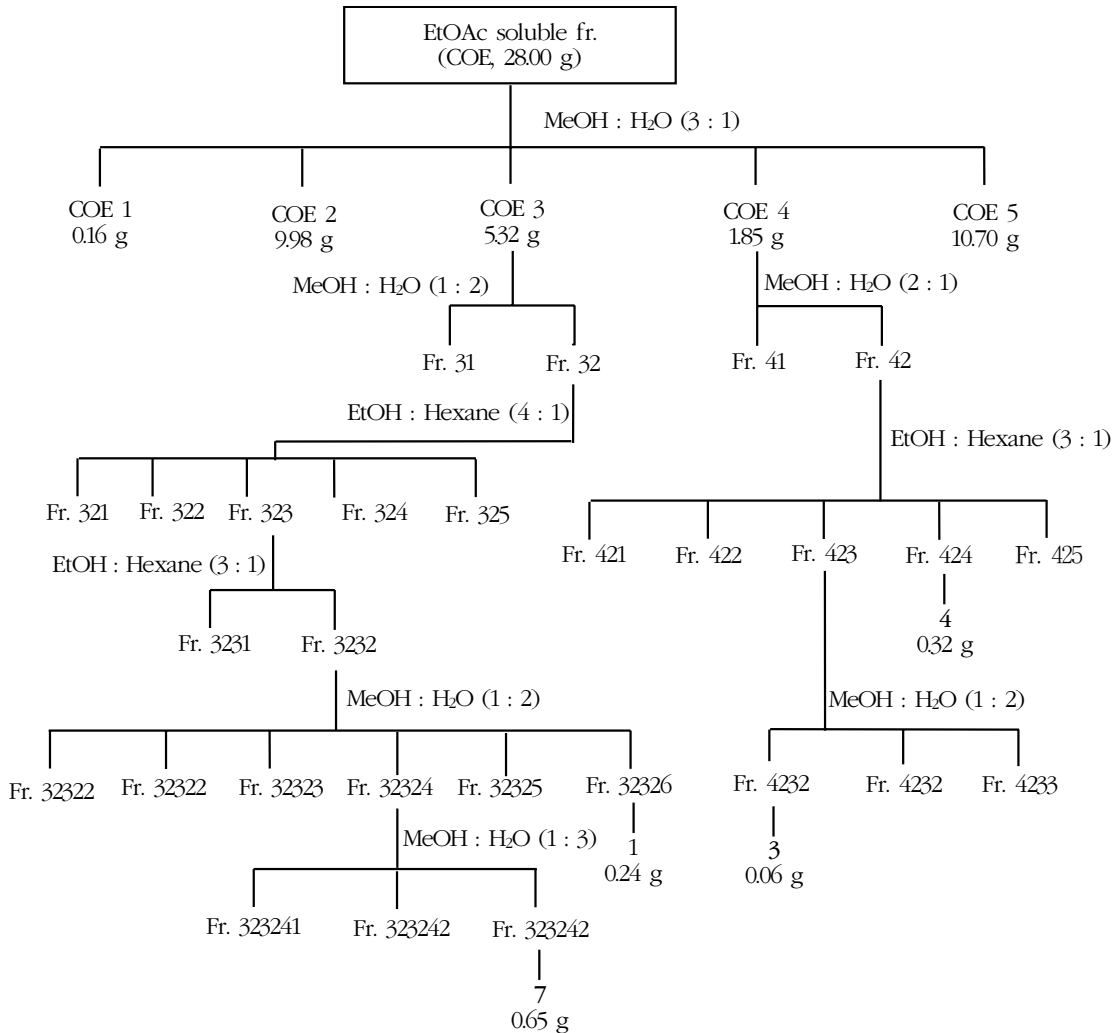


Fig. 6. Column chromatographic fractionation of ethyl acetate soluble fraction extracted from *Q. variabilis* bark.

합물 2 (ellagic acid, 0.84 g)을 얻었다. 또한, JCE-3 과 JCE-4 fraction을 MeOH-H₂O (1 : 1, 1 : 2, v/v) 와 EtOH-hexane (2 : 1, v/v)로 분리, 정제하여 JCE-332와 JCE-3331에서 화합물 7 (glucodistylin, 17.55 g)을 얻었고, JCE-343, JCE-432 및 JCE-433 에서 화합물 4 ((+)-catechin, 0.86 g)를, JCE 435에서 화합물 6 (taxifolin, 4.02 g)를 단리하였다.

또한, 수용성(JCW) 50.40 g을 MeOH-H₂O (1 : 1, 1 : 2, v/v)로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 EtOAc

가용성에서도 대량으로 분리된 화합물 7 (glucodistylin, 3.95 g)을 얻었다.

2.4.6. 굴참나무(*Q. variabilis*)

Fig. 6과 같이 EtOAc 가용성 분획물 28.00 g을 MeOH-H₂O (3 : 1, v/v)로 칼럼크로마토그래피를 수행하여 5개의 fraction (COE-1~5)으로 분획하여 동결건조 하였다. COE-3을 MeOH-H₂O (1 : 2, 1 : 3, v/v)과 EtOH-hexane (4 : 1, 3 : 1, v/v)로 정제하여

COE-32326에서 화합물 **1** (gallic acid, 0.24 g)을, COE-323243에서 화합물 **7** (glucodistylin, 0.65 g)을 정제하였다. 또한, COE-4를 MeOH-H₂O (2:1, 1:2, v/v)과 EtOH-hexane (3 : 1, v/v) 혼합용액을 용리 용매로 사용하여 COE-424에서 화합물 **4** ((+)-catechin, 0.32 g)를 COE-4231에서 화합물 **3** (caffeic acid, 0.06 g)을 얻었다.

2.5. 화합물의 구조분석

분리, 정제된 화합물의 구조를 규명하기 위하여 NMR (Bruker DPX 400 MHz) spectrometer를 이용하였고, 분석용매는 DMSO-*d*₆와 MeOH-*d*₄를 사용하였다. 분리된 각 화합물의 ¹H-NMR과 ¹³C-NMR 스펙트럼으로 구조를 분석하였으며 일부 화합물은 COSY, HETCOR 및 HMBC 등의 2D-NMR을 분석하였다. 규명된 화합물은 FAB-MS 및 EI-MS로 분자량을 측정하였고 각각의 질량분석 조건은 다음과 같다. FAB-MS의 matrix는 *m*-nitro benzyl alcohol (NBA)을 사용하였으며 heater current는 2.5 A, anode voltage는 26 kV, gun focus는 17 kV였다. EI-MS는 ion source 온도는 250°C, electron energy는 70 eV, trap current는 500 uA, 범위는 50~500 *m/z*였다. 분리된 각 화합물의 R_f, NMR 및 MS data는 다음과 같다.

2.5.1. 화합물 1 (gallic acid)

R_f 0.54 (solvent A), 0.42 (solvent B). FAB-MS *m/z* [M+H]⁺ 171. ¹H-NMR (400 MHz, δ, MeOH-*d*₄) : 7.01 (2H, *s*, H-2, 6), ¹³C-NMR (100 MHz, δ, MeOH-*d*₄) : 108.48 (C-2, 6), 123.61 (C-1), 137.83 (C-4), 144.11 (C-3, 5), 171.90 (C=O).

2.5.2. 화합물 2 (ellagic acid)

R_f : 0.12 (solvent A), 0.02 (solvent B). FAB-MS *m/z* [M+H]⁺ 303. ¹H-NMR (400 MHz, δ, DMSO-*d*₆) : 7.47 (2H, *s*, H-5, 5'), ¹³C-NMR (100 MHz, δ, DMSO-*d*₆) : 107.53 (C-1,1'), 110.11 (C-5,5'), 112.22 (C-6,6'), 136.26 (C-2,2'), 139.48 (C-3,3'), 148.00

(C-4,4'), 159.05 (C-7,7').

2.5.3. 화합물 3 (caffeic acid)

R_f : 0.73 (solvent A), 0.15 (solvent B). EI-MS *m/z* [M]⁺ 180. ¹H-NMR (400 MHz, δ, (Me)₂CO-*d*₆) : 6.27 (1H, *d*, *J* = 16.0 Hz, H-8), 6.87 (1H, *d*, *J* = 8.1 Hz, H-5), 7.03 (1H, *dd*, *J* = 1.9, 8.1 Hz H-6), 7.17 (1H, *d*, *J* = 1.9 Hz, H-2), 7.54 (1H, *d*, *J* = 16.0 Hz, H-7). ¹³C-NMR (100 MHz, δ, (Me)₂CO-*d*₆) : 115.42 (C-2), 116.15 (C-8), 116.71 (C-5), 122.87 (C-6), 127.97 (C-1), 146.36 (C-7), 146.74 (C-3), 149.16 (C-4), 168.86 (acid C=O).

2.5.4. 화합물 4 ((+)-catechin)

R_f : 0.52 (solvent A), 0.40 (solvent B). FAB-MS *m/z* [M+H]⁺ 291. ¹H-NMR (400 MHz, δ, MeOH-*d*₄) : 2.50 (1H, *dd*, *J* = 8.1, 16.1 Hz, H-4_{ax}), 2.84 (1H, *dd*, *J* = 5.4, 16.1 Hz, H-4_{eq}), 3.97 (1H, *m*, H-3), 4.56 (1H, *d*, *J* = 7.5 Hz, H-2), 5.85 (1H, *d*, *J* = 2.2 Hz, H-6), 5.92 (1H, *d*, *J* = 2.2 Hz, H-8), 6.76 (3H, *m*, H-2', 5', 6'). ¹³C-NMR (100 MHz, δ, MeOH-*d*₄) : 28.43 (C-4), 68.70 (C-3), 82.76 (C-2), 95.59 (C-8), 96.39 (C-6), 100.93 (C-10), 115.32 (C-2'), 116.22 (C-5'), 120.14 (C-6'), 132.15 (C-1'), 146.11 (C-3'), 146.15 (C-4'), 156.83 (C-9), 157.43 (C-5), 157.64 (C-7).

2.5.5. 화합물 5 ((+)-gallocatechin)

R_f : 0.36 (solvent A), 0.34 (solvent B). FAB-MS *m/z* [M+H]⁺ 307. ¹H-NMR (400 MHz, δ, MeOH-*d*₄) : 2.50 (1H, *dd*, *J* = 7.7, 16.1 Hz, H-4_{ax}), 2.80 (1H, *dd*, *J* = 5.2, 16.1 Hz, H-4_{eq}), 3.96 (1H, *m*, H-3), 4.53 (1H, *d*, *J* = 7.1 Hz, H-2), 5.86 (1H, *d*, *J* = 2.0 Hz, H-6), 5.92 (1H, *d*, *J* = 2.0 Hz, H-8), 6.40 (1H, *s*, H-2', 6'). ¹³C-NMR (100 MHz, δ, MeOH-*d*₄) : 28.11 (C-4), 68.78 (C-3), 82.87 (C-2), 95.54 (C-8), 96.29 (C-6), 100.74 (C-10), 107.21 (C-2', 6'), 131.58 (C-1'), 134.02 (C-4'), 146.87 (C-3', 5'), 156.85 (C-9), 157.61 (C-5), 157.83 (C-7).

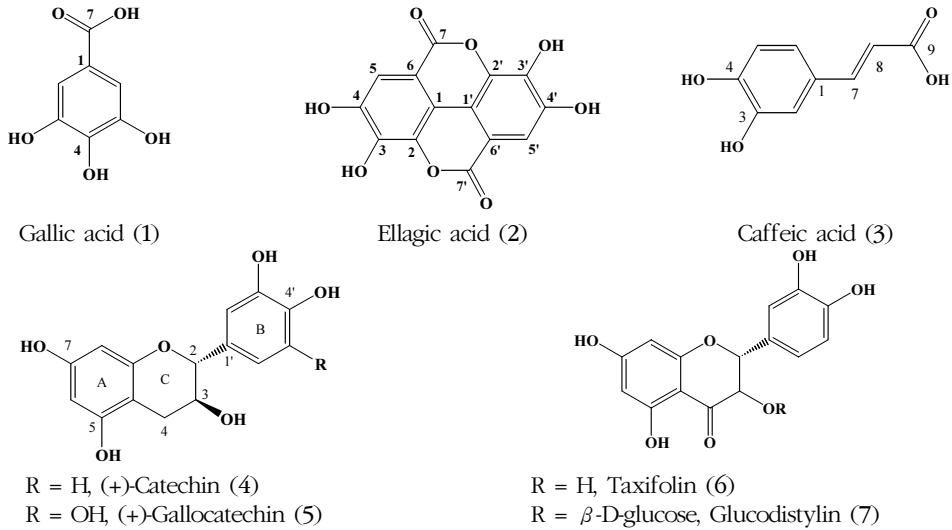


Fig. 7. Chemical structures of compounds isolated from *Quercus* spp. barks.

2.5.6. 화합물 6 (taxifolin)

R_f : 0.44 (solvent A), 0.25 (solvent B). FAB-MS m/z $[M+H]^+$ 304. 1H -NMR (400 MHz, δ , MeOH- d_4): 4.51 (1H, d , J = 11.5 Hz, H-3), 4.91 (1H, d , J = 11.5 Hz, H-2), 5.88 (1H, d , J = 2.1 Hz, H-6), 5.92 (1H, d , J = 2.1 Hz, H-8), 6.80 (1H, d , J = 8.1 Hz H-6'), 6.85 (1H, dd , J = 1.9, 8.1 Hz, H-5'), 6.97 (1H, d , J = 1.9 Hz, H-2'). ^{13}C -NMR (100 MHz, δ , MeOH- d_4): 73.68 (C-3), 85.12 (C-2), 96.31 (C-8), 97.35 (C-6), 101.85 (C-10), 115.90 (C-2'), 116.12 (C-5'), 120.96 (C-6'), 129.87 (C-1'), 146.32 (C-3'), 147.15 (C-4'), 164.52 (C-9), 165.31 (C-5), 168.74 (C-7), 198.43 (C-4).

2.5.7. 화합물 7 (glucodistylin)

R_f : 0.62 (Solvent A), 0.56 (Solvent B). FAB-MS m/z $[M+H]^+$ 467. 1H -NMR (400 MHz, δ , MeOH- d_4): 3.10~3.28 (4H, m , H-2'',3'',4'',5''), 3.61 (1H, dd , J = 5.8, 12.0 Hz, H_a-6''), 3.78 (1H, dd , J = 2.2, 12.0 Hz, H_b-6''), 3.87 (1H, d , J = 7.6 Hz, H-1''), 4.93 (1H, d , J = 9.7 Hz, H-3), 5.24 (1H, d , J = 9.7 Hz, H-2), 5.90 (1H, d , J = 1.9 Hz, H-6), 5.91 (1H, d ,

J = 2.2 Hz, H-8), 6.78 (1H, d , J = 8.2 Hz, H-5'), 6.84 (1H, dd , J = 2.0, 8.2 Hz, H-6'), 6.97 (1H, d , J = 2.0 Hz, H-2'). ^{13}C -NMR (100 MHz, δ , MeOH- d_4): 61.59 (C-6''), 70.20 (C-4''), 73.54 (C-2''), 76.15 (C-3), 76.52 (C-3''), 77.08 (C-5''), 82.55 (C-2), 96.55 (C-8), 96.56 (C-6), 101.60 (C-1''), 103.83 (C-10), 115.15 (C-2'), 115.39 (C-5'), 120.38 (C-6'), 128.08 (C-1'), 145.27 (C-3'), 146.28 (C-4'), 163.12 (C-9), 164.32 (C-5), 167.90 (C-7), 195.06 (C-4).

3. 결과 및 고찰

낙엽성 참나무 6 수종의 수피를 아세톤-물(7 : 3, v/v)로 추출하여 유기용매를 증발시킨 후 *n*-hexane, CH₂Cl₂ 및 EtOAc 등으로 순차 추출한 결과 Table 1 과 같이 떡갈나무(8.1%)가 가장 높은 추출 수율을 나타내었고 다음으로 신갈나무(6.6%), 졸참나무(6.4%), 상수리나무(6.0%)가 유사한 수율을 나타내었으며 갈참나무(4.2%)와 굴참나무(3.7%)는 다른 수종에 비해서 수율이 낮았다. EtOAc 추출 분획물에서는 신갈나무가 2.8%로 가장 높은 수율을 나타내었다. 윤(2003) 등이 70% EtOH로 추출한 시험에서는

Table 1. Extraction yields of *Quercus* spp. barks unit: g

Sample trees	Sample weight	<i>n</i> -Hexane fraction (%)	CH ₂ Cl ₂ fraction (%)	EtOAc fraction (%)	Water fraction (%)	Precipitate	Total (%)
<i>Q. mongolica</i>	5000	1.24 (0.02)	5.46 (0.1)	140.61 (2.8)	130.94 (2.6)	50.86 (0.9)	329.11 (6.6)
<i>Q. aliena</i>	5000	-	3.71 (0.07)	26.82 (0.5)	103.67 (2.1)	75.96 (1.4)	210.16 (4.2)
<i>Q. serrata</i>	5000	-	2.40 (0.05)	65.59 (1.3)	174.92 (3.5)	76.42 (1.5)	319.34 (6.4)
<i>Q. acutissima</i>	5000	7.07 (0.1)	5.10 (0.1)	47.67 (1.0)	192.15 (3.8)	45.92 (0.9)	297.91 (6.0)
<i>Q. dentata</i>	5000	-	17.27 (0.3)	65.59 (1.3)	171.29 (3.3)	176.13 (3.0)	405.43 (8.1)
<i>Q. variabilis</i>	5000	-	8.48 (0.2)	29.13 (0.6)	47.35 (0.9)	107.17 (2.0)	186.84 (3.7)

- : trace amount.

Table 2. Compounds isolated from *Quercus* spp. bark.

Species	<i>Q. mongolica</i>	<i>Q. acutissima</i>	<i>Q. dentata</i>	<i>Q. aliena</i>	<i>Q. serrata</i>	<i>Q. variabilis</i>
Gallic acid (1)		++	++			++
Ellagic acid (2)	+		+	+++	+++	
Caffeic acid (3)						+
(+)-Catechin (4)	+++	++	+++	++++	+++	++
(+)-Gallocatechin (5)		++				
Taxifolin (6)	+++	++			+++	++
Glucodistylin (7)	+++++	+++	++	+++	++++	++++

Yield of isolated compounds : + : < 0.001 %g ++ : 0.001~0.01%g +++ : 0.01~0.1%g ++++ : 0.1~0.3%g +++++ : > 0.3%

신갈나무 수피가 가장 높은 추출수율을 나타내었다. 대부분의 참나무류 수피는 수지나 왁스성분이 주로 용해되는 *n*-hexane 추출 분획물은 거의 없거나 극히 소량으로 추출되었다.

참나무 수피부의 EtOAc와 물 분획물에 대해 칼럼 크로마토그래피를 수행하여 Fig. 7과 같이 7 종의 페놀성 화합물을 분리하였다. 분리된 화합물은 Table 2와 같이 다른 수종들과는 달리 참나무의 추출성분의 조성은 비교적 단순하였으며 추출성분의 대부분이 고분자성 탄닌으로 구성되어 있음을 셀룰로오스 TLC에서 대부분의 추출물 전개가 끌림으로 나타난 것으로 예측할 수 있었다.

3.1. Gallic Acid (1)

상수리나무(214 mg), 떡갈나무(491 mg) 및 굴참나무(243 mg)의 3 수종에서 분리되었다. 화합물 1은 연한 황갈색으로 R_f는 셀룰로오스 TLC에 0.54 (solvent

A), 0.42 (solvent B)로 전개되었으며 1% FeCl₃에는 양성으로 반응하였으며 vanillin-HCl-EtOH 발색제에서는 진한 적색으로 반응하였다.

¹H-NMR에서 H-2와 H-6이 서로 대칭적인 구조로 δ 7.01에서 두개의 수소가 단일 피크로 나타났으며 마찬가지로 ¹³C-NMR에서도 C-3, C-5와 C-2, C-6이 144.11 ppm과 108.48 ppm에서 단일 피크로 나타났으며 171.90 ppm의 고 자장에서 carbonyl group이 관찰되었다. 이상의 결과는 보고된 문헌의 결과와도 일치하였다(Park 등, 1993). FAB-MS 스펙트럼에서 [M+H]⁺ m/z 171로서 분자량 170과 일치하였다. 따라서, 화합물 1은 3,4,5-trihydroxy benzoic acid 즉 gallic acid로 구조를 규명하였다. 이 화합물은 참나무 잎에서 모두 분리하여 보고한 바 있다(김과 배, 2006).

3.2. Ellagic Acid (2)

이 화합물은 주로 농축하는 과정이나 메탄올 수용액

등으로 용해시키는 과정에서 생긴 침전물을 재결정하여 얻었으며 신갈나무에서 28 mg, 떡갈나무에서 114 mg, 갈참나무에서 1.51 g, 줄참나무에서 844 mg 등 굴참나무 수피를 제외하고 다른 수종에서 모두 분리되었다. 이 화합물은 황색의 결정형 화합물로 1% FeCl₃에 청록색의 양성으로 반응하여 페놀성 화합물임을 추정할 수 있었다.

R_f는 0.12 (solvent A) 및 0.02 (solvent B)로 극성 용매에서는 거의 전개되지 않았다. ¹H-NMR 스펙트럼에서 방향족 화합물의 수소가 나타나는 δ 7.47에서 H-5와 H-5'의 2개의 수소가 단일 피크로 나타났으며 ¹³C-NMR 스펙트럼에서 hydroxyl group이 결합되어 있는 C-4, 4'와 C-3, 3'의 carbon이 각각 δ 148.0과 δ 139.48에서 catechol 형태의 구조로 나타났다. 또한, δ 159.05에서 ester 결합을 하고 있는 C-7, 7'의 signal이 나타났으며 positive FAB-MS 스펙트럼에서 [M+H]⁺가 303으로 예측한 분자량 302와 일치하였고 Do Khac 등(1990)이 *Diplopanax stachyanthus*의 줄기와 수피에서 분리하여 보고한 화합물의 데이터와 동일하였다. 이 화합물은 gallic acid의 중합체로서 분자 내에는 hexahydroxydiphenylic acid 상태로 존재하다가 가수분해 될 때 lactone화가 되어 생성된 것이다(우, 1999). 이상의 결과로 이 화합물은 gallic acid 두 분자가 결합된 형태의 ellagic acid로 구조를 규명하였다.

3.3. Caffeic Acid (3)

황갈색의 무정형 결정으로 1% FeCl₃에 양성반응을 나타내었으며 굴참나무 수피에서만 17 mg을 분리하였다. R_f는 셀룰로오스 TLC에 0.54 (solvent A), 0.42 (solvent B)로 전개되었다.

¹H-NMR 스펙트럼에서 δ 7.54와 δ 6.27의 두개의 doublet은 H-7과 H-8의 이중결합의 전형적인 피크로 coupling constant (*J*)가 16.0 Hz로 *trans*형 olefinic proton 피크로 cinnamic acid 관련 화합물로 예측하였다(Silverstein과 Webster, 1998). δ 6.86에서의 doublet (*J* = 8.1 Hz)은 H-5의 signal로 H-6와 *ortho* coupling을 하고 있으며 δ 7.03의 double doublet은

J = 1.9와 8.1 Hz로서 H-6이 H-5와 H-2 두 수소와 각각 *meta*, *ortho* coupling을 하고 있는 전형적인 catechol 형태의 특징적인 chemical shift를 나타내고 있다(함, 2000). 또한, 이 화합물 C-3의 위치에 methoxyl group이 결합된 ferulic acid와도 매우 유사한 형태의 피크를 보여주고 있다(Andray와 Winternits, 1982). ¹³C-NMR 스펙트럼에서 olefin계의 C-7과 C-8은 각각 146.36 ppm과 116.15 ppm에서 전형적인 cinnamic acid의 피크를 보여주고 있으며 현사시나무와 버드나무 수피의 EtOAc용성 분획에서 단리된 *p*-coumaric acid의 data와 매우 유사한 피크를 나타내고 있다(함, 2000). 또한, 168.86 ppm의 signal은 carboxyl group의 C-9의 피크를 나타낸다. 이상의 결과로 이 화합물은 3,4-dihydroxycinnamic acid 즉, caffeic acid로 구조를 규명하였다. EI-MS 스펙트럼에서 [M]⁺ m/z 180으로 분자량이 일치하였다. 특히, 이 화합물은 항바이러스, 항산화 및 항균활성 등 약리효능이 뛰어난 것으로 알려져 있다(Beecher *et al.*, 1989).

3.4. (+)-Catechin (4)

모든 수종에서 분리되었으며 신갈나무에서 4.59 g, 상수리나무 196 mg, 떡갈나무 2.01 g, 갈참나무 21.91 g, 줄참나무 822 mg, 굴참나무 321 mg을 얻었다. R_f는 0.52 (solvent A), 0.40 (solvent B)였으며 flavan-3-ol의 대표적인 화합물로 ¹H-NMR 스펙트럼에서 δ 5.91과 δ 5.94에서 두 개의 doublet은 H-6과 H-8을 나타내는 signal로서 서로 *meta* coupling (*J* = 2.2 Hz)으로 이것은 phloroglucinol A환의 전형적인 형태이며 δ 2.50에서 나타나는 double doublet signal은 H-4의 axial 수소로서 vicinal 수소인 H-3에 의해서 8.1 Hz의 *J*값과 geminal 수소인 H-4의 equatorial 수소에 의해서 16.1 Hz의 *J*값을 갖는다. δ 2.84의 double doublet 피크는 H-4의 equatorial 수소로서 역시 vicinal 수소인 H-3에 의해서 5.4 Hz의 *J*값과 geminal 수소인 H-4의 axial 수소에 의해서 16.1 Hz의 *J*값을 나타내고 있다. δ 3.97의 피크는 인접한 H-2과 H-4의 두 수소에 의해 multiplet을 보이고 있다. ¹³C-NMR 스펙트럼에서 28.43 ppm은 전형적인 fla-

van-3-ol의 C-4의 methylene signal로서 carbonyl기가 치환되어 있지 않음을 알 수 있으며 68.70 ppm과 82.76 ppm의 피크는 각각 C-3과 C-2에 해당되는 것으로서 flavan-3-ol의 C환의 signal을 나타내고 있다 (함, 2000). B환의 구조는 catechol의 형태로서 146.21 ppm과 146.23 ppm에서 hydroxyl group이 결합된 C-3'과 4'의 signal이 나타나고 있으며 hydroxyl group이 결합하지 않은 C-2', C-5' 그리고 C-6'은 aromatic field인 115.32 ppm, 116.22 ppm, 120.14 ppm에서 각각 나타나고 있다. 또한 C-6과 C-8은 각각 96.39 ppm, 95.59 ppm에서 나타나고 있다. FAB-MS 스펙트럼에서 $[M+H]^+$ m/z은 291로서 분자량 290과 일치하였다. 윤(2003)은 참나무 6 수종 추출물의 항균활성 시험에서 갈참나무 잎이 가장 높은 활성을 나타내었으며 주성분으로 (+)-catechin을 분리하여 보고한 바 있다.

3.5. (+)-Gallocatechin (5)

상수리나무에서만 384 mg이 분리되었으며 화합물 4와 A환과 C환은 동일한 구조를 갖고 있으나 B환이 catechol형태가 아닌 C-5'에 hydroxyl group이 하나 더 치환되어 있는 pyrogallol형태를 하고 있다. 따라서 $^1\text{H-NMR}$ 스펙트럼에서 δ 6.40에서 H-2', 6'이 하나의 signal로 나타나며 적분값도 두 개의 수소값을 나타내어 B환은 C-3', 4', 5'에 hydroxyl group이 결합된 pyrogallol 구조임을 알 수 있었다. $^{13}\text{C-NMR}$ 스펙트럼에서 107.21 ppm과 146.87 ppm에서 C-2', 6'과 C-3', 5'가 서로 대칭인 구조를 갖고 있어 각각 단일 피크로 나타났다. 이러한 결과는 Foo 등(1997)이 *Lotus pedunculatus*의 잎으로부터 단리한 화합물의 pyrogallol B환의 $^1\text{H-NMR}$ 및 $^{13}\text{C-NMR}$ 스펙트럼과 일치하였으며 FAB-MS에서 $[M+H]^+$ m/z 307로 분자량도 일치하였다.

3.6. Taxifolin (6)

신갈나무와 상수리나무에서만 단리하였으며 R_f 는 0.44 (solvent A), 0.26 (solvent B)이었고 vanillin-HCl-EtOH의 발색제에서는 적색으로 반응하였다.

$^1\text{H-NMR}$ 스펙트럼에서 H-6과 H-8은 각각 δ 5.88와 δ 5.92에서 meta coupling ($J = 2.1$ Hz) 되어 doublet으로 나타났으며 이러한 유형은 phloroglucinol A환의 전형적인 피크 형태이며 δ 4.51과 δ 4.91에서 H-3과 H-2의 피크로 서로 trans ($J = 11.5$ Hz) 형태의 구조를 갖고 있다. $^{13}\text{C-NMR}$ 스펙트럼에서 85.12 ppm, 73.68 ppm과 198.43 ppm의 피크는 heterocyclic C환으로 각각 C-2, C-3과 C-4의 피크로 flavanone C환의 특징을 나타내고 있다.

A환에서 hydroxyl group이 결합된 C-5, C-7는 각각 165.31 ppm과 168.74 ppm에서 나타났으며 C-6과 C-8은 97.35 ppm과 96.31 ppm에서 나타났다. 일반적으로 C-5에 hydroxyl group이 치환된 flavanone의 C-4는 수소결합의 영향으로 4~6 ppm 정도 downfield되어 196~198 ppm의 흡수대에서 나타나며 (Agrawal, 1989) 이 화합물도 이와 같은 값을 나타내었다.

또한, 129.87 ppm에서 C-1'이 115.90 ppm과 116.12 ppm에서 각각 C-2'과 C-5'의 피크가 나타났으며 hydroxyl group이 결합된 C-3'과 C-4'는 downfield 되어 146.32 ppm과 147.15 ppm에서 catechol 형태의 피크를 나타내고 있다. 이상의 결과는 Harborne과 Mabry (1982)가 보고했던 taxifolin 및 그 배당체 화합물과 유사하였으며 FAB-MS 스펙트럼에서 $[M+H]^+$ m/z 305로 분자량이 일치하였다. 따라서 이 화합물은 taxifolin으로 구조를 규명하였다.

3.7. Glucodistylin (7)

낙엽성 참나무 6 수종 모두에서 단리되었다. 신갈나무에서 23.52 g, 상수리나무 3.28 g, 떡갈나무 391 mg, 갈참나무 3.91 g, 줄참나무에서는 EtOAc 용성에서 17.56 g과 수용성에서 3.95 g, 굴참나무에서는 651 mg을 단리하였다. 이 화합물은 참나무 수피부의 가장 특징적인 화합물로 판단되며 셀룰로오스 TLC에서 R_f 는 0.62 (solvent A), 0.56 (solvent B)이었고 vanillin-HCl-EtOH 발색제에는 반응하지 않았으며 1% FeCl_3 에서는 양성반응으로 나타났다. 화합물 6과 NMR data를 비교하면 A환과 B환은 유사한 피크형태를 보여주고 있으나 glucose가 결합된 C환이 많은

차이를 나타내고 있다. $^1\text{H-NMR}$ 스펙트럼에서 δ 3.10~3.78에서의 glucose의 피크가 나타났으며 δ 3.87의 doublet은 glucose의 H-1'의 피크로 $J = 7.3$ Hz로 β 결합을 하고 있으며 H-2와 H-3은 δ 5.24와 δ 4.93에서 이웃한 수소의 영향으로 doublet으로 나타났으며 $J = 9.7$ Hz로 두 proton은 *trans* 구조를 취하고 있다. Glucose 결합의 영향으로 화합물 6과 비교해서 H-2는 0.33 ppm, H-3은 0.42 ppm downfield 되었고 $^{13}\text{C-NMR}$ 스펙트럼에서 C-3은 76.15 ppm에서 나타났으며 화합물 6보다 2.47 ppm downfield 되었다. 이등(2001)이 산벚나무에서 분리하여 보고한 taxifolin의 C-2, 3, 4의 chemical shift가 각각 85.11 ppm, 73.66 ppm, 198.37 ppm이었으나 화합물 7은 각각 83.55 ppm (C-2), 77.44 ppm (C-3), 195.90 ppm (C-4)으로 C-2, 4는 1.56 ppm과 2.47 ppm upfield 되었으며 C-3은 2.0 ppm downfield 되었다. 따라서 당의 결합위치는 3번으로 예측 할 수 있었으며 glucose와 비슷한 chemical shift를 갖는 C-3의 피크는 HETCOR 스펙트럼에서 H-3과 C-3의 상관관계를 확인하여 76.15 ppm의 피크로 정확하게 규명하였다. 또한, COSY 스펙트럼을 이용하여 glucose의 나머지 수소들의 위치를 확인하였다. 상기의 결과는 함(2000)이 C-3에 glucose가 ether 결합하면 C-3은 약 3.5 ppm downfield 되며 C-4와 C-2는 1.5~5.0 ppm 정도 upfield 된다고 보고한 결과와 일치하였다. 당의 정확한 결합 위치는 HMBC 스펙트럼에서 glucose H-1'이 C-3과 서로 상관관계를 나타내어 당이 C-3에 결합되어 있음을 확인 하였다. FAB-MS에서 $[\text{M}+\text{H}]^+$ m/z 467로 예측한 구조와 분자량이 일치하였다. 따라서 화합물 7은 glucodistylin (taxifolin-3-O- β -D-glucopyranoside)으로 구조를 규명하였다.

낙엽성 참나무 6 수종에서 분리된 7 종의 성분 중에서 특히, (+)-catechin (4)과 glucodistylin (taxifolin-3-O- β -D-glucopyranoside) (7)은 6 수종 모두에서 분리되었다. 신갈나무와 졸참나무에서는 glucodistylin (7)이 20 g 이상으로 많은 양이 분리되었다. 따라서, 화합물 7 (glucodistylin)은 낙엽성 참나무류 수피의 가장 대표적인 지표물질로 판단되며 화합물 2 (ellagic acid)는 신갈나무, 떡갈나무, 갈참나무, 졸참나무에서 단리 되었으며 갈참나무에서 가장 많은

양이 분리되었다. 화합물 3 (caffeic acid)은 굴참나무에서, 화합물 5 ((+)-gallocatechin)는 상수리나무에서만 분리되어 다른 수종과 차이점을 나타내었으며 화합물 6과 7은 국내 낙엽성 참나무 수피에서는 처음 보고 되는 화합물이다.

4. 결 론

본 연구는 국내에 자생하고 있는 주요 낙엽성 참나무류 수피의 추출성분의 상호 연관성 및 특징을 분석하고자 하였으며 그 결과 (+)-catechin (4)와 glucodistylin (7)은 6 수종 모두에서 분리되었다. 각 수종별 함유량을 분석한 결과 화합물 glucodistylin (7)은 국내 낙엽성 참나무류 수피부의 대표적인 지표물질로 활용이 가능할 것으로 판단되었다. 가수분해형 탄닌인 ellagic acid (2)는 신갈나무, 떡갈나무, 갈참나무, 졸참나무에서 단리 되었으며 특히, 갈참나무에서 가장 많은 양이 분리되었다. Caffeic acid (3)은 굴참나무에서 (+)-gallocatechin (5)은 상수리나무에서만 각각 분리되어 다른 수종과 차이점을 나타내었다.

사 사

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2009-0094074)

참 고 문 헌

1. 김민영. 1999. 떡갈나무 추출물의 생물활성에 관한 연구. 경상대학교 석사학위논문.
2. 김민영. 2000. 떡갈나무 추출물의 항균활성 및 항산화활성. 목재공학 28(3): 42~51.
3. 김석중, 윤광섭, 박희성. 2005. 송화분, 참나무 및 백합화분 추출물의 항산화 효능. 한국식품과학회지 37(5): 833~837.
4. 김성문, 김용호, 김진석, 안문섭, 허수정, 허장현, 한대성. 2000. 신갈나무(*Quercus mongolica* Fisch) 목초액의 제조활성. 한국농약과학회지 4(3): 82~88.
5. 김진규, 배영수. 2006. 국내산 참나무속 수종 잎의 추출 성분. 목재공학 34(6): 61~71.

6. 김태욱. 한국의 수목. 1996. 교학사 pp. 64~80.
7. 문관심. 1999. 약초의 성분과 이용. 일월서각 pp. 172~175.
8. 손석용, 권기철, 정택상. 2002. 경기도 광주시 태화산 신갈나무림의 생산구조와 생산성. 한국임산에너지학회지 21(1): 76~82.
9. 송정호. 2002. RA PD와 형태적 특성에 의한 굴참나무 천연집단의 유전변이에 관한 연구. 강원대학교 대학원 박사학위 논문 pp. 1~4.
10. 신두호, 조정순. 1991. 상수리(橡實)의 각종 용매 추출물이 linoleic acid의 항산화력에 미치는 영향. 한국유화학회지 8(1): 79~83.
11. 우원식. 1999. 천연물화학 연구법. 서울대학교출판부 pp. 151~155.
12. 이학주. 2003. 국내산 수목의 추출성분. 산림. 7월호 pp. 78~80.
13. 이학주, 이성숙, 최돈하, 加藤厚. 2001. 수목추출물의 생리활성에 관한 연구(VI). - 산벚나무 심재의 Flavonoids-목재공학 29(2): 133~139.
14. 임업연구원. 1990. 참나무 資源의 綜合利用 開發에 關한 研究(III). 과학기술처 특정개발사업 연구 보고서.
15. 임주훈. 1995. 참나무와 우리문화. 숲과문화 연구회 pp. 224~232.
16. 윤재원. 2003. 갈참나무 추출물의 항균활성 물질탐색 및 분리에 관한 연구. 강원대학교 석사학위논문.
17. 함연호. 2000. 사시나무속과 버드나무속 주요 수종 수피의 추출성분에 관한 연구. 강원대학교 박사학위논문.
18. Agrawal, P. K., R. S. Thakur, and M. C. Bansal. 1989. Flavonoids. In: Carbon-13 NMR of flavonoids. ed. P. K. Agrawal. Elsevier. New York. pp. 116~122.
19. Andray, C. and F. Winternitz. 1982. Structures of verbascoside and orobanchoside, caffeic acid sugar esters from *Orobanche rapum-genistate*. Phytochemistry 21(5): 1123~1127.
20. Beecher, C. W. W., N. R. Farnsworth, and C. Gyllenhaal. 1989. Pharmacologically active secondary metabolites from Wood. In: Natural Products of Woody Plants II. ed. J. W. Rowe. Springer-Verlag. Berlin. pp. 1059~1164.
21. Do Khac, D., S. Tran-Van, A. M. Campos, J.-Y. Lallemand, and M. Fetizon. 1990. Ellagic compounds from *Diplopanax stachyanthus*. Phytochemistry 29(1): 251~256.
22. Foo, L. Y., Y. Lu, W. C. McNabb, G. Waghor, and J. Ulyatt. 1997. Proanthocyanidins from *Lotus Pedunculatus*. Phytochemistry 45(8): 1689~1696.
23. Harborne, J. B. and T. J. Mabry. 1982. The Flavonoids: Advanced in Research. Chapman and Hall. pp. 24~51.
24. Miller H. A. and S. H. Lamb. 1985. Oak of north America. Nature-graph Publishers. Inc. pp. 28~129.
25. Park, W. Y., S. C. Lee, B. T. Ahn, S. H. Lee, J. S. Ro, and K. S. Lee. 1993. Phenolic compounds from *Acalypha australis* L. Kor. J. Pharmacogn. 24: 20~25.
26. Shin, D. H., J. S. Cho, and S. T. Jung. 1993. Study on antioxidant effects of acorn (*Quercus acutissima* Carruth) components. Korean J. Oil Chemists Society. 10(1): 93~101.
27. Silverstein, R. M. and F. X. Webster. 1998. Spectrometric identification of organic compounds (Sixth Edition). John Wiley & Sons. Inc. pp. 203~216.