

## (-)-Catechin 및 배당체의 환원력 및 $\alpha$ -glucosidase저해 활성

정미정 · 허성일 · 왕명현\*

강원대학교 생명공학부

### Reducing Power and $\alpha$ -Glucosidase Inhibitory profiles of (-)-Catechin and Its glycoside

Mee-Jung Jung, Seong-II Heo and Myeong-Hyeon Wang\*

School of Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon, Kangwon-do, 200-701, Korea

**Abstract** – From the EtOAc fraction of the MeOH extract of *Ulmus davidiana*, (-)-catechin (**1**), (-)-catechin-7-*O*- $\beta$ -D-apiofuranoside (**2**), and (-)-catechin-7-*O*- $\beta$ -D-xylopyranoside (**3**) were isolated and characterized on the basis of  $^1\text{H}$ - and  $^{13}\text{C}$ -NMR, and FABMS spectral data. Compounds **1-3** showed more strong reducing power activities than  $\alpha$ -tocopherol, a positive control.

**Key words** – *Ulmus davidiana*, (-)-catechin, (-)-catechin-7-*O*- $\beta$ -D-apiofuranoside, (-)-catechin-7-*O*- $\beta$ -D-xylopyranoside, reducing power

느릅나무(*Ulmus davidiana* var. *japonica*)는 관엽 교목으로서 한국을 비롯한 일본 및 중국 등에 주로 분포하며<sup>1-3)</sup> 예로부터 수종, 임질, 유선염 등을 치료하는 소염제로 이용되어 왔으며,<sup>4)</sup> 수피의 항염증작용과<sup>5)</sup> 메탄올 추출물의 진통, 소염, 항균작용<sup>6)</sup> 및 위암 및 대장암에 대한 항암작용이<sup>7)</sup> 보고되고 있다. 성분에 대한 연구로는 느릅나무 수피에서 (+)-catechin과 (+)-catechin-7-*O*-xylopyranose, (+)-catechin-7-apiofuranose와 같은 (+)-catechin의 배당체 화합물 및 (+)-catechin의 이량체인 소량의 procyanidin B-3화합물로 구성되어 있음을 밝혀 내었고,<sup>8)</sup> 근피에서 lyoniside, 5'-methoxyisolariciresinol-9'-*O*- $\beta$ -D-xylopyranoside, isolariciresinol-9'-*O*- $\beta$ -D-xylopyranoside, *rel*-trans-dihydrodehydroconiferyl alcohol 4'-*O*- $\alpha$ -rhamnoside, icariside E3 등의 6개의 lignan 및 neolignan을 분리하였다.<sup>9)</sup> Jun 등<sup>10)</sup> 및 Lee 등은<sup>11)</sup> 느릅나무의 아질산염 소거능에 대하여 보고하였는데, 느릅나무 메탄올 추출물의 부탄올획분은 macrophage내 iNOS 저하에 따른 NO 합성을 억제함으로써 macrophage의 세포사멸을 억제하였다고 보고하였다. 왕느릅나무 수피로부터 분리한 flavanonol 및 flavanone 등에서 우수한 항산화 활성이 나타났고,<sup>12)</sup> 느릅나무 에탄올 추출물 중 부탄올획분에서 높은 항산화 효과가 나타났다고

보고하였다.<sup>11)</sup>

산업화에 따른 현대 사회의 발달로 경제적인 여유와 문화적인 혜택을 누리고 있으나 이로 인한 환경오염 또는 과잉양화로 인하여 각종 동맥경화, 신장질환 등의 만성질환이 초래되었다. 이에 대응하여 현대인들은 건강에 대한 관심이 그 어느 때보다 고조 되고 있으며 그 가운데 건강유지나 생체리듬을 조절하는 효능이 있는 식품소재 및 한약제에 대해 관심이 높아지고 있다. 한편 식품소재 및 한약제의 기능에 있어서 최근까지는 영양기능 과 그 맛 또는 조직이 인체의 감각에 미치는 기능 등이었으나 현재는 식품의 기능범위가 유해물질의 중화, 해독, 배설, 혈압, 혈당, 콜레스테롤의 감소, 비만 방지, 다이어트 및 활성산소 억제 등의 생체조절기능을 가지는 기능성으로 발전하고 있다.<sup>13)</sup> 현재 대부분의 질병 중 가장 문제가 되는 것이 영양과잉과 운동 부족 및 스트레스 그리고 자외선과 같은 외부 오염원으로 인해 발생하는 비만과 노화이다. 이것을 치료하기 위해서는 여러 방법이 있으나 식품소재나 한약제를 이용해 항산화 및 항당뇨 억제 기능성 식품 또는 약품이 최근 들어 소개되고 있다.

따라서 본 논문에서는 식품소재 및 한약제로 이용되고 있는 느릅나무에서 분리된 화합물인 (-)-catechin, (-)-catechin-7-*O*- $\beta$ -D-apiofuranoside, (-)-catechin-7-*O*- $\beta$ -D-xylopyranoside 대상으로 reducing power 활성 및 항당뇨 활성을  $\alpha$ -glucosidase를 이용하여 살펴보았다.

\*교신저자 (E-mail): mhwang@kangwon.ac.kr  
(FAX): 033-241-6480

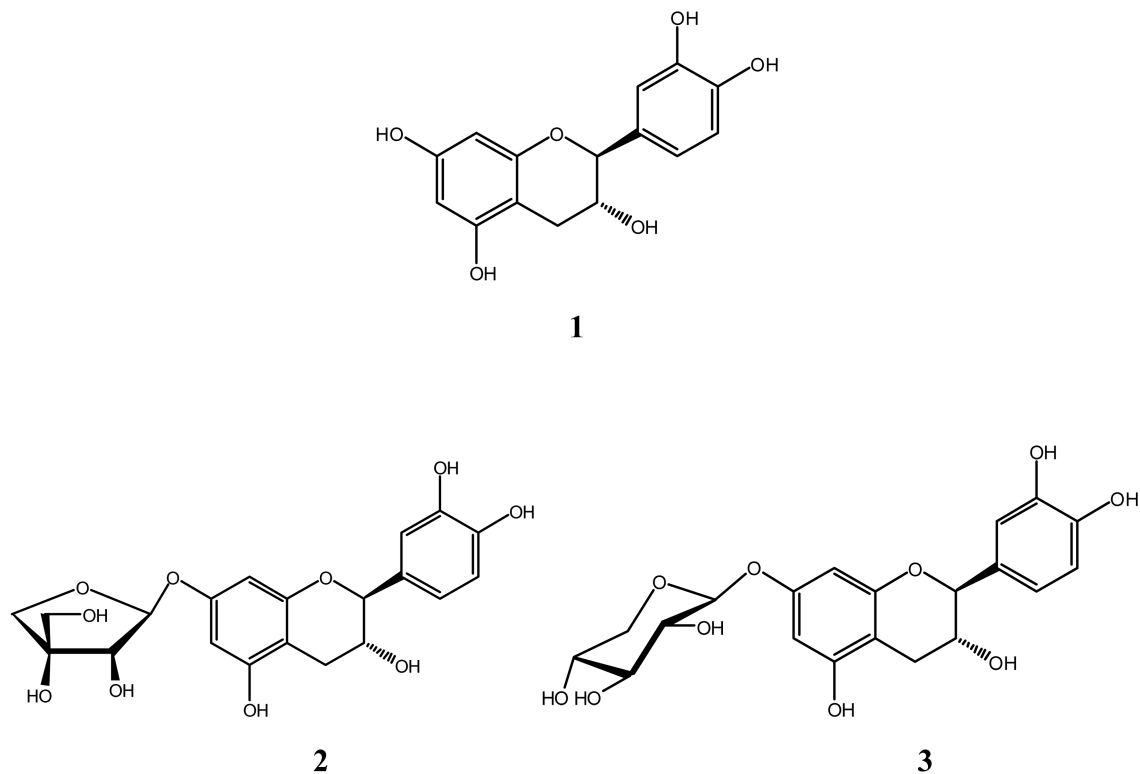


Fig. 1. Structures of the compounds 1-3 isolated from *U. davidiana*.

## 재료 및 방법

**실험재료** - 본 실험에서 사용한 느릅나무 수피는 2006년 1월에 강원도 춘천시에서 구입하여 분쇄시킨 후 사용하였다.

**기구 및 시약** - 기구로 선광도를 측정하는 Polarimeter는 Perkin-Elmer 341를 사용하였으며, UV spectra는 Varian Carry UV-visible spectrophotometer를 이용하였다. FAB-MS는 Autospec. M363 series mass spectrometer를 이용하여 측정하였으며,  $^1\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  NMR spectra는 Bruker DPX 400 (400 MHz for  $^1\text{H}$ , 100 MHz for  $^{13}\text{C}$ ) spectrometer로 측정하였다. 화학적 이동치 (chemical shifts)는 용매 peak ( $\delta_{\text{H}}$  2.50 and  $\delta_{\text{C}}$  39.5 for DMSO- $d_6$ )를 기준으로 하여 결정하였으며 DEPT, HMQC, 그리고 HMBC spectra 또한 Bruker DPX 400을 이용하여 측정하였다. Column chromatography를 시행하기 위해 Si gel [Fuji silysia chemical Ltd., BW-820MH (S)], Sephadex LH-20 (GE Healthcare Bio-Sciences, 25-100  $\mu\text{m}$ )을 사용하였다. TLC판은 Merck Kieselgel 60 F<sub>254</sub> plate (0.25  $\mu\text{m}$ )을 이용하였으며, 발색제로 50% 황산 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )을 사용하였다. 돼지 소장 기원의  $\alpha$ -glucosidase, ferrous chloride,  $\alpha$ -tocopherol, trichloroacetic acid (TCA),  $\rho$ -nitrophenyl  $\alpha$ -D-glucopyranoside ( $\rho$ NPG)는 Sigma Chemical (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. Iron (III) chloride hexahydrate,

sodium carbonate는 Kanto Chemical (Osaka, Japan)에서 구입하여 사용하였다.

**시료추출, 분획 및 화합물 분리** - 느릅나무 수피의 1.5 kg에 100% 메탄올을 첨가한 다음 70°C 온도에서 환류 냉각기를 사용하여 3시간 동안 추출하여 여과하였다. 그 후에 rotary evaporator로 감압 농축하여 이를 메탄올 (MeOH)추출물로 하였다. 얻어진 MeOH 추출물 (228.12 g)은 일반적인 방법에 따라 디클로로메탄 ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ), 에틸아세테이트 (EtOAc), 부탄올 (*n*-BuOH)의 순서로 극성을 달리하여 분획하였으며, 순차용매분획으로부터 얻어진 획분들은 감압상태에서 용매를 제거하여 각 분획물의 추출물을 얻었다. 그 다음 이들 분획물들 중 EtOAc (25.35 g)를 대상으로 silica gel column chromatography를 실시하였다. 이동상 용매로는  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ :MeOH=10:1-MeOH (gradient, v/v)을 사용하여 총 여섯개의 fractions를 얻었다. 이들 fraction 중 2번 fraction (270 mg)을 이동상 용매로 메탄올을 이용하여 Sephadex LH-20 column chromatography를 시행하여 화합물 1 (320 mg)을 얻었다. Fraction 3번 (860 mg)을 대상으로 이동상 용매로 메탄올을 이용하여 Sephadex LH-20 column chromatography를 시행하여 화합물 2 (170 mg)와 3 (50 mg)을 얻었다(Fig. 1).

(-)-Catechin (1) : yellowish amorphous powder; mp. 175-176°C;  $[\alpha]_{\text{D}}^{20}$  -5.45° (c 0.011, MeOH); UV  $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$

**Table I.**  $^1\text{H-NMR}$  Spectral Data of Compounds 1-3 in  $\text{DMSO-}d_6$ 

Position	Compound 1	Compound 2	Compound 3
2	4.48 (1H, d, $J=7.4$ )	4.55 (1H, d, $J=7.2$ )	4.54 (1H, d, $J=7.3$ )
3	3.30 (1H, ddd, $J=5.2, 7.4, 12.9$ )	3.89 (1H, ddd, $J=5.2, 7.4, 12.9$ )	3.86 (1H, ddd, $J=5.4, 7.3, 12.5$ )
4 $\alpha$	2.65 (1H, dd, $J=5.3, 16.0$ )	2.65 (1H, dd, $J=5.2, 16.2$ )	2.67 (1H, dd, $J=5.2, 16.3$ )
4 $\beta$	2.35 (1H, dd, $J=8.0, 16.0$ )	2.40 (1H, dd, $J=7.8, 16.2$ )	2.40 (1H, dd, $J=7.8, 16.3$ )
5			
6	5.89 (1H, d, $J=2.3$ )	5.90 (1H, d, $J=2.2$ )	5.94 (1H, d, $J=2.2$ )
7			
8	5.69 (1H, d, $J=2.3$ )	6.09 (1H, d, $J=2.2$ )	6.07 (1H, d, $J=2.3$ )
9			
10			
1'			
2'	6.72 (1H, d, $J=1.9$ )	6.72 (1H, d, $J=1.7$ )	6.72 (1H, d, $J=1.8$ )
3'			
4'			
5'	6.69 (1H, d, $J=8.1$ )	6.69 (1H, d, $J=8.1$ )	6.69 (1H, d, $J=8.1$ )
6'	6.59 (1H, dd, $J=1.9, 8.1$ )	6.59 (1H, dd, $J=1.7, 8.1$ )	6.59 (1H, dd, $J=1.8, 8.2$ )
1''		5.33 (1H, d, $J=3.9$ )	4.67 (1H, d, $J=7.1$ )
2''		4.03 (1H, dd, $J=3.8, 6.7$ )	
3''			
4''		4.00, 3.68 (each 1H, d, $J=9.4$ )	
5''		3.40, 3.33 (each 1H, dd, $J=5.6, 11.2$ )	3.71 (1H, dd, $J=5.2, 11.2$ )
OH	9.18 (s), 8.94 (s), 8.82 (s)	9.44 (s), 8.87 (s), 8.82 (s)	9.42 (s), 8.87 (s), 8.82 (s)

**Table II.**  $^{13}\text{C-NMR}$  Spectral Data of Compounds 1-3 in  $\text{DMSO-}d_6$ 

Position	Compound 1	Compound 2	Compound 3
2	81.3	81.4	81.5
3	66.7	66.4	66.4
4	28.2	27.9	28.0
5	155.7	156.6	156.5
6	95.4	55.2	95.2
7	156.8	156.7	156.9
8	94.2	96.0	96.6
9	156.5	155.6	155.6
10	99.4	102.1	102.4
1'	130.9	130.8	130.7
2'	114.9	114.7	114.8
3'	145.2	145.2	145.2
4'	145.2	145.2	145.3
5'	115.4	115.5	115.5
6'	118.8	118.6	118.7
1''		107.3	101.5
2''		76.3	73.4
3''		78.8	76.8
4''		74.3	69.7
5''		62.6	66.0

nm ( $\log \epsilon$ ): 280 (3.95); FABMS:  $m/z$  290  $[\text{M}]^+$ ;  $^1\text{H NMR}$  ( $\text{DMSO-}d_6$ ): see Table I;  $^{13}\text{C NMR}$  ( $\text{DMSO-}d_6$ ): see Table II

(-)-Catechin-7-*O*- $\beta$ -D-apiofuranoside (**2**): yellowish amorphous powder; mp 171-174°C;  $[\alpha]_D^{20}$  -9.09° ( $c$  0.011, MeOH); UV  $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$  nm ( $\log \epsilon$ ): 280 (3.74); FABMS:  $m/z$  445  $[\text{M} + \text{Na}]^+$ , 423  $[\text{M} + \text{H}]^+$ ;  $^1\text{H NMR}$  ( $\text{DMSO-}d_6$ ): see Table I;  $^{13}\text{C NMR}$  ( $\text{DMSO-}d_6$ ): see Table II.

(-)-Catechin-7-*O*- $\beta$ -D-xylopyranoside (**3**): pale yellow powder; mp 165-167°C;  $[\alpha]_D^{20}$  -5.00° ( $c$  0.011, MeOH); UV  $\lambda_{\text{max}}^{\text{MeOH}}$  nm ( $\log \epsilon$ ): 280 (3.74);  $^1\text{H NMR}$  ( $\text{DMSO-}d_6$ ): see Table I;  $^{13}\text{C NMR}$  ( $\text{DMSO-}d_6$ ): see Table II.

$\alpha$ -Glucosidase 저해 활성 - 적당히 희석한 추출물 50  $\mu\text{l}$  를 0.15 U/ml  $\alpha$ -glucosidase 효소액 50  $\mu\text{l}$ , 200 mM KPB (pH 7.0) 50  $\mu\text{l}$ 와 혼합하여 37°C에서 15분간 예비배양 (preincubation) 한 후 3 mM pNPG 100  $\mu\text{l}$ 를 가하여 37°C에서 10분간 반응시켰다. 0.1 M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  750  $\mu\text{l}$ 로 반응을 정지시키고 405 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 대응하는  $\alpha$ -glucosidase의  $\text{IC}_{50}$ 을 계산하였다.

환원력의 측정 - Elmastas 등의<sup>14)</sup> 방법에 의거하여 시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 각각의 농도별로 조제한 시료 0.1 ml에 0.2 M 인산 완충액 (pH 6.8) 0.25 ml과 1% potassium ferricyanide  $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$  0.25 ml을 넣은 다음,

50°C에서 20분간 반응시킨다. 반응 후, 0.25 ml의 10% trichloroacetic acid를 첨가하고 1000 rpm 10분간의 원심분리를 통하여 얻어진 상장액에 0.1%의 FeCl<sub>3</sub> 0.05 ml을 넣어서 발색반응을 유도시킨 다음, multiplate spectrophotometer (ELx800TM, BioTek, USA)를 사용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 결과 및 고찰

느릅나무 줄기껍질의 메탄올 추출물로부터 활성이 있는 에틸아세테이트 분획물을<sup>11)</sup> 대상으로 column chromatography를 시행하여 총 3개의 화합물을 분리하였다.

화합물 1은 노란색의 분말로 분리하였으며, <sup>1</sup>H과 <sup>13</sup>C-NMR spectrum은 Table I과 II에서 나타낸 바와 같이 Son 등<sup>2)</sup>이 느릅나무에서 분리한 (+)-catechin 과 일치함을 확인할 수 있어 catechin 화합물임을 확인 하였다. 그러나 catechin 화합물인 경우 C-2와 C-3 위치에서 부제탄소가 존재하므로 (+)- 혹은 (-)-catechin임을 확인 하기 위해 선광도를 측정하였다. 그 결과 화합물 1의 선광도는  $[\alpha]_D^{20}$  -5.45°로서 (+)가 아닌 (-)-catechin임을 확인할 수 있었다. 그러나 자연계에서는 (-)일 경우 (-)-epicatechin이 주로 존재하므로 (-)-epicatechin 또는 (-)-catechin을 확인 하기 위해 NMR 결과를 살펴보았다. 일반적으로 catechin의 경우 <sup>1</sup>H-NMR spectrum에서 H-2는 δ 4.47 부근에서 J=7.2 Hz의 doublet로 나타나며, H-3는 δ 3.81에서 ddd (J=4.7, 6.10 Hz), H-4는 δ 2.34 (dd, J=7.8, 15.9 Hz)와 δ 2.65 (dd, J=5.4, 15.9 Hz)에서 각각 나타난다. 또한 <sup>13</sup>C-NMR data에서 catechin은 C-2, 3 및 C-4에서 chemical shift가 각각 81.2, 66.5, 28.1 ppm에서 나타나고 있다. 반면 epicatechin의 경우 <sup>1</sup>H-NMR spectrum을 살펴보면 H-2는 δ 4.73으로 나타나며, H-3는 δ 4.00에서 broad한 상태로, H-4는 δ 2.47 (dd, J=2.7, 16.1 Hz)과 d 2.68 (dd, J=4.0, 16.1 Hz)에서 각각 나타난다. 뿐만 아니라, epicatechin의 <sup>13</sup>C-NMR spectrum을 보면 catechin과는 다르게 C-2 (δ 78.3), C-3 (δ 65.2), C-4 (δ 28.5)로 각각 나타난다.<sup>16)</sup> 이러한 결과를 토대로 Table I에 나타난 화합물 1의 결과를 살펴보면 <sup>1</sup>H-NMR spectrum에서 H-2는 δ 4.48에서 J=7.4 Hz의 doublet로 나타나며, H-3는 δ 3.30에서 ddd (J=5.2, 7.4, 12.9 Hz)로, H-4는 δ 2.35 (dd, J=8.0, 16.0 Hz)와 δ 2.65 (dd, J=5.3, 16.0 Hz)에서 각각 나타나 (-)-catechin 화합물임을 예측 할 수 있다. 또한 화합물 1의 <sup>13</sup>C-NMR에서도 C-2, 3 및 C-4의 chemical shift는 각각 81.3, 66.7, 28.2 ppm이므로 그 결과 화합물 1을 (-)-catechin 화합물로 결정하였다.

화합물 2와 3은 Table I과 II에서 나타낸 바와 같이 당을 배제한 aglycon 영역에서는 화합물 1과 매우 유사한 <sup>1</sup>H- 및 <sup>13</sup>C-NMR spectra를 확인할 수 있다. 그 결과 화합물 2와 3

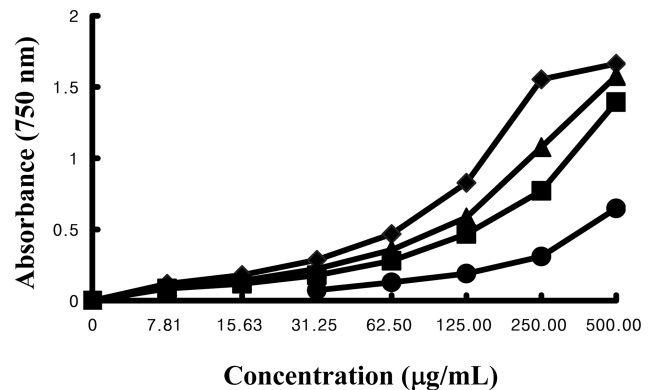


Fig. 2. Reducing powers of compounds 1-3 isolated from *U. davidiana* extract at different concentrations (◆: (-)-catechin (1); ■: (-)-catechin-7-O-β-D-apiofuranoside (2); ▲: (-)-catechin-7-O-β-D-xylopyranoside (3); ●: α-tocopherol).

은 (-)-catechin의 배당체 화합물임을 예측할 수 있었다. 또한 당에 해당되는 부분을 2D-NMR data인 HMQC 및 HMBC 분석 및 FAB-MS 결과를 토대로 하여 화합물 2는 (-)-catechin-7-O-β-D-apiofuranoside로 화합물 3은 (-)-catechin-7-O-β-D-xylopyranoside로 결정하였다.

식품 및 천연소재에 있어서 건강기능성을 측정하는 가장 일반적인 지표는 시료의 항산화 활성이라고 볼 수 있다. 느릅나무에서 분리된 화합물의 건강기능성 변화를 평가하기 위하여 기초적인 단계로서, 본 실험에서는 화합물 1-3의 항산화 활성 중 환원력을 평가 하기 위해 Fe<sup>3+</sup>이 Fe<sup>2+</sup>로 환원시키는 활성을 지표로 삼아 측정하였다. 각각의 화합물의 농도별 환원력을 측정 한 결과 catechin (1) > (-)-catechin-7-O-β-D-xylopyranoside (3) > (-)-catechin-7-O-β-D-apiofuranoside (2) 순서를 보였다(Fig. 2). 환원력과 같은 항산화 활성에 있어서 catechin 과 같은 flavonoid 화합물들은 OH group에 영향을 많이 받는다. 특히 flavonoid 화합물 구조에서 A-ring의 5-OH 및 7-OH, C-ring의 3-OH 그리고 B-ring의 3', 4'의 OH는 항산화 활성에 있어서는 매우 중요한 관능기이다.<sup>17)</sup> 이와 같은 결과로 aglycon인 화합물 1에 비해 구조상 7번 위치에 당이 존재하는 화합물 2와 3은 활성이 다소 떨어진다. 그리고 xylopyranoside에 비해 apiofuranoside가 붙은 화합물 2가 활성이 다소 떨어짐을 확인할 수 있었다. 그러나 이들 3개의 화합물은 환원력 실험에 있어 양성 표준 물질인 α-tocopherol보다도 훨씬 뛰어난 환원력을 보였다.

느릅나무에서 분리한 화합물을 이용하여 돼지 기원 α-glucosidase에 대한 저해 활성을 검토한 결과 고농도 (1000 µg/ml)에서도 화합물들의 저해 효과가 거의 없었다. 이러한 결과는 Matsui (2007) 등<sup>18)</sup>이 제안한 바와 같이 차의 catechin에서의 OH group이 gallate 형태로 존재할 때는 활성이 있으나, 단순히 OH로 존재할 때는 활성이 떨어지는

것과 일치한다. 이상과 같이 느릅나무의 항산화 활성 중 환원력에 관여하는 성분이 catechin임을 확인 할 수 있었으며, 자연계에는 흔하지 않은 (-)-catechin 성분을 느릅나무에서 처음으로 분리, 동정하였다.

## 사 사

본 연구는 일부 강원대학교 생명공학연구소의 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

## 인용문헌

- Choi, W. H., Oh, Y. S., Ahn, J. Y., Kim, S. R. and Ha, T. Y. (2005) Antioxidative and protective effects of *Ulmus davidiana* var. japonica extracts on glutamate-induced cytotoxicity in PC 12 cells. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **37**: 479-483.
- Son, B. W., Park, J. H. and Zee, O.-P. (1989) Catechin glycoside from *Ulmus davidiana*. *Arch. Pharm. Res.*, **12**: 219-222.
- Moon, Y. H. and Rim, G. R. (1995) Studies on the constituents of *Ulmus parvifolia*. *Kor. J. Pharmacogn.*, **26**: 1-7.
- Shin, M. K. Clinical traditional herbalogy. Younglimsa, Seoul, Korea pp. 669-778 (1997).
- Lee, E. B., Kim, O. K., Jung, C. S. and Jung, K. H. (1995) The influence of methanol extract of *Ulmus davidiana* var. japonica cortex on gastric erosion and ulcer and paw edema in rats. *Korea. J. Pharmacol.*, **39**: 671-675.
- Hong, N. D., Rho, Y. S., Kim, N. J. and Kim, J. S. (1990) A study on efficacy of ulmi cortex. *Korean. J. Pharmacogn.*, **21**: 217-222.
- Yang, Y., Hyun, J. W., Lim, K. H., Kim, H. J., Woo, E. R. and Park, J. (1996) Antineoplastic effect of extracts from traditional medical plants and various plants (III). *Korean. J. Pharmacogn.*, **27**: 105-110.
- Bae, Y. S. and Kim, J. K. (2000) Extractives of the bark of ash and elm as medical hardwood tree species. *Mokjae Konhak.*, **28**: 62-69.
- Lee, M. K., Sung, S. H., Lee, H. S., Cho, J. H. and Kim, Y. C. (2001) Lignan and neolignan glycosides from *Ulmus davidiana* var. japonica. *Arch. Pharm. Res.*, **24**: 198-201.
- Jun, C. D., Pae, H. O., Kim, Y. C., Jeong, S. J., Yoo, J. C., Lee, E. J., Choi, B. M., Chae, S. W., Park, R. K. and Chung, H. T. (1998) Inhibition of nitric oxide synthesis by butanol fraction of the methanol extract of *Ulmus davidiana* in murine macrophages. *J. Ethnopharm.*, **62**: 129-135.
- Lee, Y. J. and Han, J. P. (2000) Antioxidative activities and nitrite scavenging abilities of extracts from *Ulmus davidiana*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **29**: 893-899.
- Kwon, Y. M., Lee, J. H. and Lee, M. W. (2002) Phenolic compounds from barks of *Ulmus macrocarpa* and its antioxidative activities. *Korean. J. Pharmacogn.*, **33**: 404-410.
- Kim, J. P., Chon, I. J., Cho, H. K., Ham, I. H. and Whang, W. K. (2004) The antioxidant and the antidiabetic effects of ethanol extract from biofunctional foods prescriptions. *Kor. J. Pharmacogn.*, **35**: 98-103.
- Elmastas, M., Isildak, O., Turkekel, I. and Temur, N. (2007) Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushrooms. *J. Food Compos. Anal.*, **20**: 337-345.
- Guo, J. and Wang, M.-H. (2007) Antioxidant and antidiabetic activities of *Ulmus davidiana* extracts. *Food Sci. Biotechnol.*, **16**: 55-61.
- 강삼식, 손건호: 천연물화학구조결정법. 서울대학교출판부. 서울. p. 603 (2000).
- Pitta, P.-G (2000) Flavonoids as antioxidant. *J. Nat. Prod.*, **63**: 1035-1043.
- Matsui, T., Tanaka, T., Tamura, S., Toshima, A., Tamaya, K., Miyata, Y., Tanaka, K. and Matsumoto, K. (2007) a-Glucosidase inhibitory profile of catechins and theaflavins. *J. Agric. Food Chem.*, **55**: 99-105.

(2007년 10월 8일 접수)