

## Isolation and Identification of Antioxidant Compound from the *Lythrum Salicaria* L. Roots

Kyeong-Hee Lee · Dae-Young Lee · Seung-Eun Lee · Hyung-Jun Noh · Jeong-Hoon Lee · Jehun Choi · Chun-Geun Park · Seung-Yu Kim · Jun-Su Lee · Geum-Soog Kim\*

### 털부처꽃(*Lythrum Salicaria* L.) 뿌리로부터 항산화 물질의 분리 및 구조동정

이경희 · 이대영 · 이승은 · 노형준 · 이정훈 · 최재훈 · 박춘근 · 김승유 · 이준수 · 김금숙\*

Received: 19 May 2014 / Accepted: 11 August 2014 / Published Online: 31 December 2014  
© The Korean Society for Applied Biological Chemistry 2014

**Abstract** The roots of *Lythrum salicaria* L. were extracted in 80% aqueous MeOH and the concentrated extract was fractionated with EtOAc, *n*-BuOH, and H<sub>2</sub>O, successively. The repeated silicagel and octadecyl SiO<sub>2</sub> column chromatographies of the EtOAc fractions led to isolation of an antioxidant compound and two major compounds. From the results of spectral data and the chemical characteristics including nuclear magnetic resonance, MS, and IR, the structures of compounds were determined as myricetin-3-*O*- $\beta$ -D-glucopyranoside (**1**), oleanolic acid (**2**), betulinic acid (**3**). This is the first reported isolation of compounds (**1**, **2**) from *L. salicaria*. Compound **1** as well as EtOAc, *n*-BuOH, and H<sub>2</sub>O solvent fractions were evaluated for 2,2-dipicryl-1-phenylhydrazyl radical scavenging activity.

**Keywords** 2,2-dipicryl-1-phenylhydrazyl · betulinic acid ·

K.-H. Lee and D.-Y. Lee contributed equally.

K.-H. Lee · D.-Y. Lee · S.-E. Lee · H.-J. Noh · J.-H. Lee · J. Choi · C.-G. Park · S.-Y. Kim · G.-S. Kim  
Department of Herbal Crop Research, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Eumseong 369-873, Republic of Korea

J.-S. Lee  
Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea

\*Corresponding author (G.-S. Kim: kimgso725@korea.kr)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

*Lythrum salicaria* L · myricetin-3-*O*- $\beta$ -D-glucopyranoside · nuclear magnetic resonance · oleanolic acid

## 서론

털부처꽃(*Lythrum salicaria* L.)은 부처꽃과(Lythraceae)에 속하는 습지 주변에서 높이 자라는 다년초 식물로 이명으로 털두렁꽃이라고 하며, 그 전초는 천굴채(千屈菜)라고도 불린다(Jung과 Shin, 1990). 털부처꽃의 꽃은 7~8월에 피며 자홍색으로 상부의엽액에서 3~5개가 운생하듯 핀다. 줄기는 직립하고 사각형으로 가늘며 상부에서 분지하고 잔털이 있다. 잎은 길이가 4~6 cm로 긴 타원상 피침형으로 잎가에 거치가 없다. 뿌리는 근경이 있으며 옆으로 뻗으며 번식한다(Lee, 2006a).

털부처꽃은 구황식품으로 사용된 식물로 전초는 약용으로 사용되고, 털부처꽃의 뿌리는 설사, 만성장염, 치질, 습진, 잇몸 출혈 등에 효과가 있다고 보고되어 있다(Kim 등, 1992; Lee, 2006b). 또한 털부처꽃의 어린잎은 식약처에 식품원재료로 등록되어있다. 지금까지 털부처꽃으로부터 분리 보고된 성분으로는 전초에는 tannin,  $\beta$ -sitosterol 등이 보고되어 있고(Choi, 1999), 꽃에는 ellagic acid, malvin, vitexin, orientin 등이 함유되어 있다고 알려져 있다(Humadi와 Istudor, 2009).

최근 활성연구로는 털부처꽃 추출물의 항산화 효과(Coban 등, 2003), 항염증 및 항통증 효과(Zeynep 등, 2007), 만성알코올 투여 흰쥐에 미치는 영향(Lee 등, 2011), 털부처꽃 에탄올 추출물의 항비만 효과(Kim 등, 2011a), 털부처꽃의 항산화 및 간장보호활성(Lee 등, 2009; Lee 등, 2009)에 다양한 생리활성이 있는 것으로 밝혀지고 있다. 그러나 털부처꽃의 다양한 약리 성분에 대한 연구가 이루어지지 않았으며, 화합물 수준에서

의 활성에 관한 연구가 부족한 실정이다.

이에 본 연구에서는 털부처꽃으로부터 이차대사산물을 분리하고 털부처꽃 뿌리가 높은 항산화 효과를 나타낸다는 연구 결과(Lee 등, 2009)를 바탕으로 천연자원인 털부처꽃 뿌리로부터 항산화 활성 물질을 분리하여 털부처꽃의 항산화 소재로서의 가능성을 확인하고자 하였다.

## 재료 및 방법

**실험재료.** 본 실험에 사용된 털부처꽃(*Lythrum salicaria* L.) 뿌리는 농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용 작물시험포장에서 2010년 10월에 수확 한 후 45°C에서 열풍건조하고 분쇄하여, 저온에 저장하였다가 대량시료추출에 사용하였다. 표본시료(MPS000980)는 농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부에 보관되어 있다.

**시약 및 기기.** Column chromatography (c.c.)용 silica gel (SiO<sub>2</sub>)은 Kiesel gel 60 (Merck, Germany), 그리고 octadecyl SiO<sub>2</sub> (ODS) gel은 LiChroprep RP-18 (Merck)을 사용하였다. Thin layer chromatography (TLC)분석에는 silica gel 60 F<sub>254</sub>와 RP-18 F<sub>254S</sub>를 사용하였고 detection reagent로는 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 사용하였다. 추출 및 column chromatography에는 이용한 용매는 대정화학(주)(한국)에서 생산하는 일반 유기용매를 사용하였다. Nuclear magnetic resonance (NMR) spectrum은 Varian Inova AS 400 (Varian, USA)으로 측정하였고, infrared (IR) spectrum은 Perkin model 599B (Waltham, USA)로 측정하였다. Electrospray ionization (EI) mass spectrum과 fast atom bombardment (FAB) mass spectrum은 JMSAX 700 (JEOL, Japan)을 사용하여 측정하였다. UV lamp는 spectroline (Spectronics Corporation, USA)을 사용하였으며, polarimeter P-1020 (JASCO, Japan)을 사용하여 비선광도를 측정하였고, Fisher-John's Melting Point Apparatus (Fisher Scientific, USA)를 사용하여 융점을 측정하였으며, 미보정 하였다. 항산화 활성에 사용된 2,2-dipicryl-1-phenylhydrazyl (DPPH)는 Sigma-Aldrich Co. (USA) 제품을 사용하였고, 활성 분석 용매는 GR급 (guaranteed reagent) 사용하였다.

**추출 및 분획.** 45°C에서 열풍 건조하여 분쇄한 털부처꽃 뿌리 (22 kg)를 80% MeOH 수용액으로 추출한 후 여과지로 여과를 하였다. 얻어진 여액을 45°C에서 감압 농축기를 사용하여 농축하였다. 얻어진 MeOH 추출물(2580 g) H<sub>2</sub>O(7.74 L)에 현탁시킨 후, EtOAc (7.74 L×3)로 분배 추출하였다. H<sub>2</sub>O 분획은 다시 *n*-BuOH (8.5 L×3)로 분배추출 한 결과, EtOAc 분획물 (LSRE, 103 g), *n*-BuOH 분획물 및 H<sub>2</sub>O 분획물을 얻었다.

**EtOAc 분획으로부터 화합물의 분리.** EtOAc 분획(100 g)에 대하여 silica gel column chromatography [ $\phi$  11×13 cm, *n*-hexane:EtOAc =5:1→1:1→CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>:MeOH =10:1→7:1→5:1→3:1]를 실시하여 180 mL씩 분취하였고, 이분획을 TLC로 확인하여 비슷한 성분 패턴끼리 모아 농축하여 18개의 분획물(LSRE1-LSRE18)을 얻었으며, 그 중 결정체 350 mg (화합물 3) 얻었다. 소분획물 LSRE18 (6.3 g) 분획에 대하여 silica gel c.c. [ $\phi$  6×16 cm, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>:MeOH:H<sub>2</sub>O =9:3:1→7:3:1→6:5:3:10→6:4:1]를 실시하여 20개의 분획(LSRE18-1-LSRE18-20)을 얻었다. 이 중에서 LSRE18-17+18 (600 mg)분획에 대해서 silica gel c.c. [ $\phi$  3×16 cm, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>:MeOH:H<sub>2</sub>O =6:5:3:10]를 실시하여 7개의

분획(LSRE18-17+18-1-LSRE18-17+18-7)을 얻었다. 다시 LSRE18-17+18-4+5 (100 mg)에 대하여 ODS c.c. [ $\phi$  3×6 cm, MeOH:H<sub>2</sub>O =1:2]를 실시하여 12개의 분획(LSRE18-17+18-4+5-1-LSRE18-17+18-4+5-12)을 얻었고, 화합물 1 [LSRE18-17+18-4+5-10, 40 mg, TLC (RP-18 F<sub>254S</sub>), R<sub>f</sub>=0.4, MeOH:H<sub>2</sub>O =1:1]을 분리하였다. 소분획 LSRE3 (8.2 g)에 대하여 ODS c.c. [ $\phi$  5×7 cm, MeOH:H<sub>2</sub>O =12:1→15:1]를 실시하여 19개의 분획(LSRE3-1-LSRE3-19)을 얻었으며 그 중 화합물 2 [LSRE3-17, 100 mg, TLC (RP-18 F<sub>254S</sub>), R<sub>f</sub>=0.2, MeOH:H<sub>2</sub>O =70:1]를 분리하였다.

화합물 1 (Yellow powder): m.p. 198-200; IR (KBr,  $\nu_{\max}$ ) 3350, 1658, 1620, 1480 cm<sup>-1</sup>; Positive FAB/MS *m/z* 481 [M+H]<sup>+</sup>. <sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, methanol-*d*<sub>4</sub>,  $\delta_{\text{H}}$ ): 7.28 (2H, s, H-2', 6'), 6.39 (1H, s, H-6), 6.19 (1H, s, H-8), 5.22 (1H, d, *J*=8.0, H-1"). <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, methanol-*d*<sub>4</sub>,  $\delta_{\text{C}}$ ): 177.4 (C-4), 164.1 (C-7), 161.1 (C-5), 156.3 (C-9, 2), 145.3 (C-5', 3'), 136.6 (C-4'), 133.9 (C-3), 120.2 (C-1'), 108.8 (C-2', 6'), 104.0 (C-10), 100.9 (C-1"), 98.6 (C-6), 93.3 (C-8), 77.4 (C-5"), 76.5 (C-3"), 74.5 (C-2"), 70.6 (C-4"), 61.9 (C-6").

화합물 2 (White powder): m.p. 310-312; IR (KBr,  $\nu_{\max}$ ) 3500, 2950, 2850, 1715 cm<sup>-1</sup>; EI/MS *m/z* 456 [M]<sup>+</sup>; <sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, pyridine-*d*<sub>5</sub>,  $\delta_{\text{H}}$ ): 5.28 (1H, br.s, H-12), 3.23 (1H, dd, *J*=10.4, 4.0 Hz, H-3), 3.89 (3H, s, CH<sub>3</sub>-23), 2.87 (1H, m, H-18), 1.12 (3H, s, CH<sub>3</sub>-27), 0.96 (3H, s, CH<sub>3</sub>-30), 0.91 (3H, s, CH<sub>3</sub>-25), 0.87 (3H, s, CH<sub>3</sub>-24, 29), 0.75 (3H, s, CH<sub>3</sub>-26). <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, pyridine-*d*<sub>5</sub>,  $\delta_{\text{C}}$ ): 178.6 (C-28), 143.7 (C-13), 121.5 (C-12), 76.9 (C-3), 54.9 (C-5), 47.1 (C-9), 45.5 (C-8, 17), 41.3 (C-14), 38.4 (C-4), 38.1 (C-1), 36.6 (C-10), 33.4 (C-7), 32.9 (C-29), 32.4 (C-21), 30.4 (C-20), 28.2 (C-23), 27.2 (C-2), 26.9 (C-15), 26.0 (C-27), 23.4 (C-30), 22.9 (C-11), 22.6 (C-16), 18.0 (C-6), 16.8 (C-26), 15.9 (C-24), 15.1 (C-25).

화합물 3 (White powder): m.p. 260-263; IR (KBr,  $\nu_{\max}$ ) 3450, 2940, 1720, 1635 cm<sup>-1</sup>; EI/MS *m/z* 456 [M]<sup>+</sup>; <sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, pyridine-*d*<sub>5</sub>,  $\delta_{\text{H}}$ ): 4.75 (1H, s, H-29b), 4.60 (1H, H-29a), 3.20 (1H, dd, *J*=10.4, 4.6 Hz, H-3), 2.98 (1H, dd, *J*=5.6, 11 Hz, H-19), 1.67 (3H, br s, CH<sub>3</sub>-30), 0.99 (3H, s, CH<sub>3</sub>-27), 0.97 (3H, s, CH<sub>3</sub>-26), 0.93 (3H, s, CH<sub>3</sub>-23), 0.82 (3H, s, CH<sub>3</sub>-25), 0.75 (3H, s, CH<sub>3</sub>-24). <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, pyridine-*d*<sub>5</sub>,  $\delta_{\text{C}}$ ): 181.0 (C-28), 150.4 (C-20), 109.6 (C-29), 78.9 (C-3), 55.4 (C-5), 50.4 (C-9), 48.8 (C-19), 48.0 (C-17, 18), 42.5 (C-14), 40.7 (C-8), 38.9 (C-4), 38.7 (C-1), 38.5 (C-13), 37.2 (C-10), 34.3 (C-7), 34.0 (C-22), 30.6 (C-15), 30.0 (C-21), 29.3 (C-16), 28.0 (C-23), 27.3 (C-2), 25.6 (C-12), 20.9 (C-11), 19.4 (C-30), 18.3 (C-6), 16.0 (C-26), 15.9 (C-25), 15.2 (C-24), 14.7 (C-27).

**항산화능 측정.** DPPH radical 소거능 실험은 Brand-Williams 등(1995)의 방법을 변형하여 측정하였다. 추출물, 분획물 및 컬럼을 이용하여 활성추적 법에서 분리된 화합물을 80% 메탄올을 사용하여 100  $\mu$ M의 DPPH radical 용액을 제조 한 후, DPPH radical 용액을 80% 메탄올을 이용하여 517 nm에서 0.650±0.020의 흡광도가 되도록 희석하였다. 각 시료 50  $\mu$ L와 DPPH radical 용액 2.95 mL를 첨가하여 23°C에서 30분간 빛이

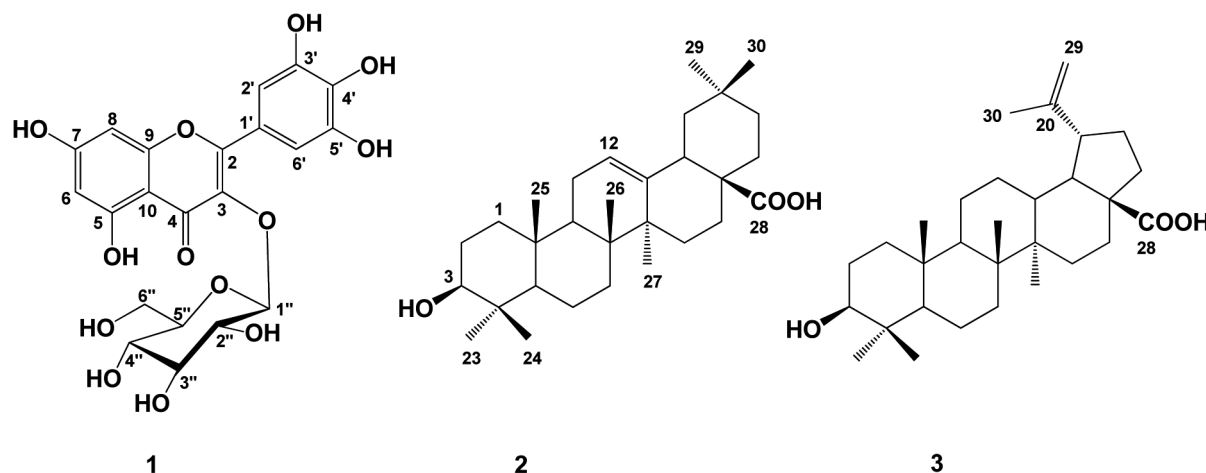


Fig. 1 Chemical structures of compounds 1-3.

차단된 장소에서 반응시킨 후 DPPH radical 감소량을 517 nm에서 측정하였다.

**결과 및 고찰**

털부처꽃 뿌리를 80% MeOH로 추출하여 얻어진 추출물을 용매 극성에 따라 EtOAc, *n*-BuOH 및 H<sub>2</sub>O로 순차 분획하고 각 분획을 감압 농축한 후 DPPH radical 소거법을 이용하여 항산화 활성을 검정 하였다. 그 결과 농도 100 µg/mL에서 EtOAc 분획물(LSRE)이 77.04%로 항산화 활성이 가장 높게 나타났다 (Fig. 2). EtOAc 분획물로부터 활성 화합물을 찾기 위하여 silica gel, ODS column chromatography를 반복 실시하여, 3종의 화합물을 분리하였다.

화합물 1 (Yellow powder)은 TLC 확인 시, UV (254/365 nm)에서 강한 UV 흡수를 보였으며, 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 발색 시, 황색으로 발색되었다. <sup>1</sup>H-NMR spectrum에서 aromatic proton과 당에서 기인하는 hemiacetal signal, 다수의 oxygenated methine 및 methylene signal이 관측되어, 이 화합물은 flavonoid 배당체임을 예측할 수 있었다. Flavonoid의 B환에 겹치는 δ<sub>H</sub> 7.28 (2H, s, H-2', 6'), signal로부터 myricetin 골격을 갖는 것으로 추정되었으며, A환의 δ<sub>H</sub> 6.39 (1H, s, H-6), 6.19 (1H, s, H-8) signal에서 H-8과 H-6이 meta 위치에 존재하는 것으로 확인되었다. 1개의 anomeric proton [δ<sub>H</sub> 5.22 (d, *J*=8.0, H-1'')] 및 산소가 치환된 영역에서 복잡한 oxygenated methane 및 methylene signal들이 관측되어 당 한 분자가 결합한 배당체임을 확인하였다. <sup>13</sup>C-NMR에서도 flavonoid에 해당하는 signal을 확인 하였으며 부분동정 결과 1,3,4,5-치환 B환을 구성하는 myricetin 골격을 예상하였다. 결합된 당은 chemical shift [100.9 (C-1''), 77.4 (C-5''), 76.5 (C-3''), 74.5 (C-2''), 70.6 (C-4''), 61.9 (C-6'')]로부터 D-glucopyranose로 판명되었다. 또한, anomeric proton의 coupling constant값이 8.0 Hz인 점으로부터 D-glucopyranose가 β-결합하고 있음을 알 수 있었고, 당의 결합 위치는 2D-NMR (gHMBC)을 측정하여 연결고리를 확인하였다. 이를 종합하여 화합물 1은 Myricetin-3-O-β-D-glucopyranoside (Shen 등, 2009)으로 구조 결정하였다 (Fig. 1).

화합물 2 (White powder)는 TLC 전개 후, UV (254/365 nm)에서 흡수를 나타내지 않았으며, 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>을 분무하고 가열하였을 때 분홍색으로 발색되었다. <sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, pyridine-*d*<sub>5</sub>) spectrum에서 olefine methine proton signal [δ<sub>H</sub> 5.28 (1H, br.s)]이 관측되었고, 산소가 치환된 영역에서 oxygenated methine proton signal [δ<sub>H</sub> 3.23 (1H, dd, *J*=10.4, 4.0 Hz)]이 1개 관측되었다. 고자장 영역에서는 δ<sub>H</sub> 2.80–1.23 부근에서 다수의 methylene과 methine proton signal이 관측되었다. 또한, 7개의 singlet methyl proton signal [δ<sub>H</sub> 3.89 (3H, CH<sub>3</sub>-23), 1.12 (3H, CH<sub>3</sub>-27), 0.96 (3H, CH<sub>3</sub>-30), 0.91 (3H, CH<sub>3</sub>-25), 0.87 (6H, CH<sub>3</sub>-24, 29), 0.75 (3H, CH<sub>3</sub>-26)]이 관측되어, 분리된 화합물은 이중결합을 1쌍을 갖는 triterpenoid로 추정하였다. <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz, pyridine-*d*<sub>5</sub>) spectrum와 DEPT spectrum에서 탄소수가 30개이고 methyl carbon이 7개 관측된 점으로부터 oleanane 골격의 triterpenoid 화합물임을 알 수 있었다. 저 자장 영역에서, carboxyl carbon signal (δ<sub>C</sub> 178.6, C-28)이 한 개가 관측되었고, olefine quaternary carbon (δ<sub>C</sub> 143.7, C-13) 및 olefine methine carbon signal (δ<sub>C</sub> 121.5, C-12)이 각각 관측되어 한 쌍의 이중결합이 존재 하는 것을 알 수 있었다. 또한 산소치환 영역에 oxygenated methine carbon signal (δ<sub>C</sub> 79.03, C-3)이 관측되었고, 고자장 영역에서 7개의 methyl carbon [δ<sub>C</sub> 32.9 (C-29), 28.2 (C-23), 26.0 (C-27), 23.4 (C-30), 16.8 (C-26), 15.9 (C-24), 15.1 (C-25)]을 확인하였다. 위의 데이터를 종합하고 문헌 값과 비교한 결과, 화합물 2를 oleanolic acid (Silvia 등, 2001)로 구조 동정하였다(Fig. 1).

화합물 3 (White powder)은 TLC 전개 후, UV (254/365 nm)에서 흡수를 나타내지 않았으며, 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>을 분무하고 가열하였을 때 갈색으로 발색되었다. 또한, IR spectrum으로부터 1720 cm<sup>-1</sup>에서 carbonyl group peak와 1635 cm<sup>-1</sup>에서 olefine carbon을 가지는 구조임을 추정 할 수 있었다. <sup>1</sup>H-, <sup>13</sup>C-NMR spectrum에서 화합물 2와 유사한 양상을 보였으나, δ<sub>H</sub> 4.75 (1H, s, H-29b), 4.60 (1H, H-29a)에서 exo-methylene proton signal이 관측되었으며, lupeol 골격임을 예상하였다. Oxygenated methine proton으로 추정되는 signal [δ<sub>H</sub> 3.20 (1H, dd, *J*=10.4, 4.6 Hz, H-3)]이 화합물 2와 비슷하게 관측되었으며, coupling pattern으로 미루어 β-결합함을 확인하였다. <sup>13</sup>C-

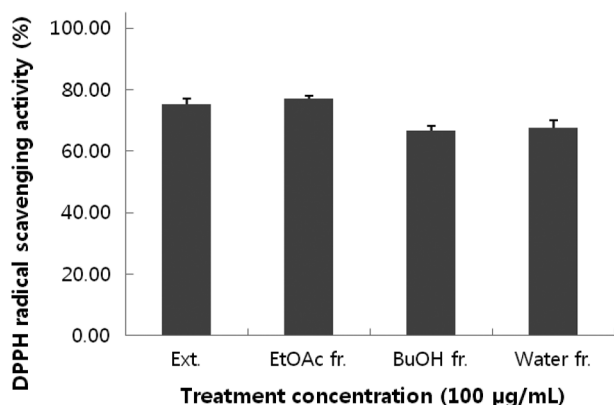


Fig. 2 Antioxidant activity of extraction and solvent fractions from the roots of *Lythrum salicaria* L.

Table 1 DPPH radical scavenging activity of compound 1

Compound	DPPH radical scavenging activity (%)			
	5 µg/mL	10 µg/mL	25 µg/mL	50 µg/mL
1	22.07±0.28 <sup>1)</sup>	38.4±0.57	74.47±1.64	92.9±0.27
BHA <sup>2)</sup>	10.88±0.98	23.7±1.40	69.11±1.12	90.9±0.35

<sup>1)</sup>Values in same column with different superscripts are significantly different ( $p < 0.05$ ). Values are means of triplicate determinations  $\pm$  standard deviation.

<sup>2)</sup>BHA was used as standard antioxidant and positive control.

NMR (100 MHz, pyridine-*d*<sub>5</sub>) spectrum에서 탄소수가 30개이고 DEPT spectrum을 확인한 결과,  $\delta_c$  109.6의 signal은 methylene 임을 증명하였다. 또한, 이중결합에서 기인한 olefine quaternary carbon ( $\delta_c$  150.4, C-20) signal을 확인하였고,  $\delta_c$  78.9에서 oxygenated methine carbon을 확인하였다. 고자장 영역에서 singlet methyl proton을 6개 관측됨에 따라 lupeol 골격의 triterpenoid임을 확인하였고 위의 데이터를 종합한 결과, 화합물 3을 betulinic acid로 추정하였고, 기존의 문헌(Lee 등, 2008)을 비교하여 구조를 동정하였다(Fig. 1).

활성 추적 분획법에 따라 분리된 화합물 1을 DPPH법을 이용하여 항산화 활성을 측정된 결과 농도 의존적으로 강력한 활성을 보였으며(Table 1) 특히, 25 µg/mL 농도의 값에서의 저해율은 74.47±1.64% 정도로 positive control로 사용된 합성 항산화제의 BHA (Butylated Hydroxy Anisole) 보다 높게 나타났지만, 저 농도에서는 BHA가 더 높은 결과를 나타내었다. 한편, 천연물에서 주로 positive control 및 항산화제로 사용되는 quercetin의 활성농도 값(IC<sub>50</sub> 20.3 µM; Choi 등, 2011)과 비교해 볼 때 화합물 1은 비교적 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 판단된다.

분리된 화합물에 대한 연구문헌을 조사해 본 결과 털부처꽃 으로부터 분리된 Myricetin-3-*O*-β-D-glucopyranoside (1)은 flavonoid계 화합물로, 활성 산소를 효과적으로 제거하여 항산화 활성이 뛰어난 것으로 알려져 있으며 항암, 항바이러스 및 항염증 활성을 가지고 있다(Heim 등, 2002; Williams 등, 2004; Sohn 등, 2008; Tsao, 2010). Oleanolic acid (2)는 triterpenoid 계 화합물로 약용식물에서 발견되는 생리활성 물질이며(Jie, 1995), 상대적으로 독성이 없는 것으로 알려져 있으며(Kim 등, 2011), betulinic acid (3)는 항암작용을 하는 것으로 많이 알려

져 있으며 세포 독성이 적으며 항암활성 이외에도 항 바이러스 효과, 항 박테리아 효과가 있는 것으로 보고되었다(Hess 등, 1995). 앞으로 이들 화합물들에 대한 다양한 생리적 및 약리적 활성을 검토함으로써 식용으로 사용가능한 털부처꽃 뿌리의 기능성 식품, 화장품 또는 의약품의 소재로서 충분한 가치가 있다고 여겨지며, 추후 이의 활용과 관련된 연구를 추진하고자 한다.

## 초 록

털부처꽃(*Lythrum salicaria* L.) 뿌리는 실온에서 80% MeOH로 추출하고 이 추출물을 EtOAc 분획, *n*-BuOH 분획, H<sub>2</sub>O 분획으로 나누었다. 2,2-dipicryl-1-phenylhydrazyl (DPPH) radical 소거능을 이용한 항산화 활성을 측정하여 활성 추적 분획(Activity guided fractionation)에 따라 항산화 활성이 높은 EtOAc 분획에 대하여 silica gel 및 octadecyl SiO<sub>2</sub> column chromatography를 반복하여 항산화 활성을 나타내는 화합물 1과 major 화합물 2 및 3을 분리, 정제하였다. NMR, IR, 및 MS 등의 spectrum을 해석하여, Myricetin-3-*O*-β-D-glucopyranoside (1), oleanolic acid (2) 및 betulinic acid (3)로 구조를 결정하였다. 화합물 1은 DPPH radical 소거능을 이용한 항산화 활성을 측정 한 결과 25 µg/mL 농도에서 74.47±1.64%의 저해 값을 가지는 것으로 나타났다.

**Keywords** 2,2-dipicryl-1-phenylhydrazyl · 털부처꽃 · betulinic acid · Myricetin-3-*O*-β-D-glucopyranoside · nuclear magnetic resonance · oleanolic acid

**감사의 글** 본 연구는 2014년도 농촌진흥청 기관고유사업(PJ008700) 연구 개발비 지원으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

## References

- Brand-Williams W, Cuvelier ME, and Berset C (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Technol* **28**, 25–30.
- Choi HG, Jiang Y, Park SH, Son AR, Na MK, and Lee SH (2011) Constituents of Flowers of *Carthamus tinctorius* L. and their antioxidant activity. *Kor J Pharmacogn* **42**, 110–6.
- Choi OJ (1999) In *Component and use of medicinal plants*. Ilwolbooks, Korea.
- Coban T, Citoglu GS, Sever B, and Iscan M (2003) Antioxidant activities of plants used in traditional medicine in Turkey. *Pharmaceutical Biology* **41**, 608–13.
- Heim KE, Tagliaferro AR, and Bobilya DJ (2002) Flavonoid antioxidants: Chemistry, metabolism, and structure-activity relationships. *J Nutr Biochem* **13**, 572–84.
- Hess SC, Brum RL, Honda NK, Cruz AB, Moretto E, Cruz RB et al. (1995) Antibacterial activity and phytochemical analysis of *Vochysia divergens* (Vochysiaceae). *J Ethnopharmacol* **47**, 97–100.
- Humadi SS and Istudor V (2009) *Lythrum salicaria*(purple loosestrife) medicinal use, extraction and identification of its total phenolic compounds. *Farmacia* **57**, 192–200.
- Jie L (1995) Pharmacology of oleanolic acid and ursolic acid. *J Ethnopharmacol* **49**, 57–68.
- Jung BS and Shin MG (1990) In *Hyangyak-Seangyak Great Encyclopedia*, Young-Lim Publishing Co., Korea.
- Kim HY, Lim SH, Kwon CJ, Park YH, Lee KJ, Park DS et al. (2011a) Effect of *Lythrum salicaria* L. Ethanol extract on lipid metabolism and anti-obesity in rat fed high fat diet. *J Medicinal Crop Sci* **19**, 319–24.

- Kim SM and Lee SW (1992) The Bibliographical study on the famine relief food of Chosun-dynasty. *Journal of the East Asian of Dietary Life* **2**, 35–55.
- Kim SW, Lee CH, Jung HK, Jo SS, Lee HK, and Park YS (2011b) Effects of oleanolic acid and its derivatives on the differentiation of MC3T3-E1 osteoblastic cell. *Korean J Medicinal Crop Sci* **19**, 491–500.
- Lee KH, Rhee KH, and Cho CH (2008) Effect of betulinic acid isolated from *Ziziphus jujuba* Lam on infection of rotavirus in MA-104 cell. *Kor J Pharmacogn* **39**, 118–22.
- Lee SE, Kim GS, Lee JH, Kang YK, Lee ES, Choi JH et al. (2011) Effect of plant part extracts of *Lythrum salicaria* L. on chronically alcohol-administrated rat. *J Medicinal Crop Sci* **19**, 334–40.
- Lee SE, Park CG, Ahn YS, Son YD, Cha SW, and Seong NS (2009) Antioxidative and hepatoprotective effects of *Lythrum salicaria*. *J Medicinal Crop Sci* **17**, 1–7.
- Lee TB (2006a) In *Coloured flora of Korea*, Hyangmunsa, Korea.
- Lee YN (2006b) In *New flora of Korea* (1st ed.), *Kyo Hak*, Korea.
- Shen CJ, Chen CK and Lee SS (2009) Polar constituents from *Sageretia thea* leaf characterized by HPLC-SPE-NMR assisted approaches. *Journal of the Chinese Chemical Society* **56**, 1002–9.
- Silvia M, Nora M, Marãa LG-R, Eduardo A, Marãa LV, Vãctor N et al. (2001) Bioactive oleanolic acid saponins and other constituents from the roots of *Viguiera decurrens*. *Phytochem* **56**, 93–7.
- Sohn HY, Ryu HY, Jang YJ, Jang HS, Park YM, and Kim SY (2008) Evaluation of antimicrobial, antithrombin, and antioxidant activity of aerial part of *Saxifraga stolonifera*. *Korean J Microbiol Biotechnol* **36**, 195–200.
- Tsao R (2010) Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients* **2**, 1231–46.
- Williams RJ, Spencer JP, and Rice-Evans C (2004) Flavonoids: Antioxidants or signaling molecules? *Free Radic Bio Med* **36**, 838–49.
- Zeynep T, Muberra K, Esra K, Ihsan CK, and Husnu CB (2007) Antioxidant, anti-inflammatory, anti-nociceptive activities and composition of *Lythrum salicaria* L. extracts. *J Ethnopharmacol* **110**, 539–47.