

## 큰도독놈의갈고리 지상부의 DPPH Free Radical 소거효과

양석원 · 박새롬 · 안달래 · 양재현 · 조종현<sup>1</sup> · 황용훈<sup>2</sup> · 박종한<sup>2</sup> · 김대근\*

우석대학교 약학대학, <sup>1</sup>전북농업기술원, <sup>2</sup>(주)진보

### DPPH Free Radical Scavenging Effect of the Aerial Parts of *Desmodium oldhami*

Seokwon Yang, Saerom Park, Dalrae Ahn, Jae Heon Yang, Chong Hyeon Cho<sup>1</sup>,  
Yong-Hun Hwang<sup>2</sup>, Jong-Han Park<sup>2</sup> and Dae Keun Kim\*

College of Pharmacy, Woosuk University, Samrye 565-701, Korea

<sup>1</sup>Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-140, Korea

<sup>2</sup>Kunbo Company, Jinan 567-807, Jeonbuk, Korea

**Abstract** – The antioxidant activity of *Desmodium oldhami* (Leguminosae) was determined by measuring the radical scavenging effect on DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). The methanolic extract of *D. oldhami* showed the strong antioxidant activity. Five compounds, kaempferol-3-*O*-rhamnopyranoside (afzeline) (1), quercetin-3-*O*-[ $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopyranoside] (rutin) (2), kaempferol-3-*O*-glucopyranoside (astragalol) (3), genistein-7-*O*- $\beta$ -D-glucopyranoside (genistin) (4), kaempferol-3-*O*-rutinoside (5) were isolated from the active ethyl acetate soluble fraction of *D. oldhami* through repeated silica gel and Sephadex LH-20 column chromatography. Among them, compound 2 showed the most significant antioxidative effect on DPPH free radical scavenging test. Compounds 1-5 are reported for the first time from this plant.

**Key words** – *Desmodium oldhami*, Leguminosae, DPPH, Superoxide quenching activity

인체 내 에너지를 만드는 과정에서 흡입된 산소의 대부분은 산화적 인산화를 통해 정상적으로 환원되지만 그 중 일부는 대사 과정 중에서 인체에 유해한 활성산소나 유리기 형성하여 생체에 장애를 일으키는 것으로 알려져 있다.<sup>1)</sup> 활성 산소종에 의해 생성되는 oxidative stress는 노인성 질환과 노화를 비롯한 많은 질환의 중요 원인으로 보고<sup>2-4)</sup>되어 있으며, 활성 산소종이나 유리기를 제거하기 위한 많은 항산화의 연구가 보고 되고 있다.<sup>5-7)</sup>

항산화제는 반응 기작에 따라 free radical terminator인 BHT (butylhydroxytoluene), BHA (tert-butylhydroxyanisole) 와 reducing agent인 ascorbic acid, glucose oxidase가 있으며, chelating agent인 citric acid, EDTA 등이 있다.<sup>8)</sup> 이들 중 BHT와 BHA 등은 우수한 항산화 효과가 있는 합성 항산화제로 경제성 때문에 널리 이용되고 있으나, 이들은 발암성등의 부작용이 우려되고 있다.<sup>9)</sup> 따라서 인체에 무해하고 강한 활성을 가진 천연 항산화제의 개발 필요성이 높아

지고 있으며, 이에 따라 천연물에서 항산화 물질을 확보하고자 많은 연구가 진행 되고 있으며, 다양한 항산화 물질들이 보고되고 있다.<sup>10-14)</sup>

본 실험에서 사용된 큰도독놈의갈고리 *Desmodium oldhami*는 콩과(Leguminosae)의 식물로 산지의 숲 속이나 풀밭에서 자라는 여러해살이풀이다. 높이는 1~1.5 m에 달하며, 전체에 굵은 털이나 잔털이 퍼져나고, 대게 여러 대가 나와서 포기를 형성한다. 잎은 5-7개의 소엽으로 이루어진 홀수우상복엽이며 소엽은 길이 8-16 cm 폭 3-6 cm이다. 짧은 갈고리 모양의 가시가 있어 물체에 잘 붙는다.<sup>15,16)</sup> 큰도독놈의갈고리에 대한 약리활성과 식물화학적 성분연구는 지금까지 보고된 바가 없다. 본 연구는 큰도독놈의갈고리의 DPPH free radical scavenging 효과가 있는 분획의 화합물을 분리하고 그 구조를 확인하여 이 식물이 천연 항산화제로서의 이용가능성을 알아보려고 하였다.

\*교신저자(E-mail): dkkim@mail.woosuk.ac.kr  
(Tel): +82-63-290-1574

## 재료 및 방법

**실험재료** - 본 실험에 사용한 큰도독놈의갈고리는 2008년 10월에 전북 순창군에서 채취하였으며, 정확히 감정한 후에 음건제질하여 실험에 사용하였다.

**시약 및 기기** - 실험에 사용한 기기로는  $^1\text{H-NMR}$  및  $^{13}\text{C-NMR}$  spectrum은 Jeol JMN-EX 400 spectrometer (Japan)를 이용하여 확보하였다. 추출 및 분획용 시약은 1급 용매를 사용하였으며, TLC 및 column용 시약 등은 1급 용매를 재증류하여 사용하거나, 특급시약을 사용하였다. Column chromatography용 silica gel은 Kiesel gel 60 (Art. 1.07734, 230-400 mesh, Merck)이며, molecular sieve column chromatography용 packing material은 Sephadex LH-20 (Pharmacia)을 사용하였다. TLC plate는 Kiesel gel 60 F<sub>254</sub> precoated plate (Art. 1.07752, Merck)를 사용하였다. 발색시약으로는 10%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (in EtOH) 시약을 사용하였으며, UV의 검색은 254, 365 nm에서 하였다.

**추출 및 분리** - 신선한 큰도독놈의갈고리 전초를 음건 세 절한 다음 건조하여 얻은 시료 약 530 g을 methanol로 가끔 진탕하면서 5시간씩 50°C에서 3회 온침 추출하였다. 그 추출액을 수욕상에서 감압농축하여 methanol 엑스 약 63 g을 얻었으며, 이 methanol 엑스에 증류수로 현탁시키고 상법에 따라 동량의 *n*-hexane, methylene chloride, ethyl acetate 및 *n*-butanol 의 순으로 용매 분획하여 12.18 g, 1.39 g, 1.29 g 및 6.03 g의 분획물을 각각 얻었다. 이들 중 항산화 활성이 가장 강한 ethyl acetate분획에서 DPPH free radical 소거법을 지표로 항산화물질을 분리하였다. Ethyl acetate분획을 Sephadex LH-20(MeOH) column chromatography를 실시한 후 TLC 양상에 따라 6개 분획(E1-E6)으로 나누었다. 이 중 주요 반점을 나타낸 E3와 E4에서 물질 분리를 시도 하였다. E3를  $\text{CHCl}_3$  : MeOH :  $\text{H}_2\text{O}$  (35:10:1) 혼합용매로 silica gel column chromatography를 수행하여 6개의 소분획 (E31-E36)으로 나누고 E34로부터 화합물 1 (8 mg)을 얻었다. E36을 HPLC(GS310 column, MeOH)로 정제하여 화합물 2 (25 mg)를 얻었다. E4를  $\text{CHCl}_3$  : MeOH :  $\text{H}_2\text{O}$  (90:20:1) 혼합용매로 silica gel column chromatography를 수행하여 8개의 소분획 (E41-E48)으로 나누고 이중 E44과 E48을 HPLC (GS310 column, MeOH)로 정제하여 E44로부터 화합물 3(5 mg) 및 화합물 4(7.6 mg)를 얻었고, E48로부터 화합물 5(12 mg)를 얻었다.

**화합물 1** -  $^1\text{H-NMR}$  (400 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$ : 7.68 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-2', 6'), 6.87 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-3', 5'), 6.28 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-8), 6.11 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-6), 5.31 (1H, d,  $J = 1.1$  Hz, H-1"), 0.88 (3H, d,  $J = 5.6$  Hz, H-6"),  $^{13}\text{C-NMR}$ , (100 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$ : 179.6 (C-4), 165.7 (C-7), 163.1 (C-5), 161.4 (C-4'), 159.2 (C-9),

158.4 (C-2), 136.1 (C-3), 131.9 (C-2', 6'), 122.6 (C-1'), 116.5 (C-3', 5'), 105.9 (C-10), 103.4 (C-1"), 99.8 (C-6), 94.8 (C-8), 73.2 (C-4"), 72.0 (C-2"), 72.1 (C-3"), 71.9 (C-5"), 17.6 (C-6").

**화합물 2** -  $^1\text{H-NMR}$ , (400 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$ : 7.65 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-2'), 7.60 (1H, dd,  $J = 8.8, 2.0$  Hz, H-6'), 6.85 (1H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-5'), 6.35 (1H, d,  $J = 1.8$  Hz, H-8), 6.16 (1H, d,  $J = 1.8$  Hz, H-6), 5.08 (1H, d,  $J = 7.6$  Hz, H-1"), 4.52 (1H, brs, H-1"), 1.11 (3H, d,  $J = 6.4$ , H-6"),  $^{13}\text{C-NMR}$ , (100 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$ : 179.2 (C-4), 165.8 (C-7), 162.8 (C-5), 159.2 (C-9), 158.3 (C-2), 150.0 (C-4'), 145.8 (C-3'), 135.6 (C-3), 123.5 (C-6'), 123.0 (C-1'), 117.7 (C-5'), 116.0 (C-2'), 105.5 (C-10), 104.7 (C-1"), 102.3 (C-1"), 99.9 (C-6), 94.8 (C-8), 78.1 (C-3"), 77.1 (C-5"), 75.6 (C-2"), 73.9 (C-4"), 72.2 (C-3"), 72.0 (C-2"), 71.3 (C-4"), 69.6 (C-5"), 68.5 (C-6"), 17.8 (C-6").

**화합물 3** -  $^1\text{H-NMR}$  (400 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$ : 8.04 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-2', 6'), 6.88 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-3', 5'), 6.38 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-8), 6.19 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-6), 5.24 (1H, d,  $J = 7.6$  Hz, H-1"),  $^{13}\text{C-NMR}$  (100 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$ : 179.5 (C-4), 166.3 (C-7), 163.1 (C-5), 161.6 (C-4'), 159.1 (C-9), 158.5 (C-6), 135.5 (C-7), 132.3 (C-2', 6'), 122.8 (C-1'), 116.1 (C-3', 5'), 105.7 (C-10), 104.1 (C-1"), 100.0 (C-6), 94.8 (C-8), 78.4 (C-3"), 78.1 (C-5"), 75.7 (C-2"), 71.4 (C-4"), 62.6 (C-6").

**화합물 4** -  $^1\text{H-NMR}$  (400 MHz,  $\text{DMSO-}d_6$ )  $\delta$ : 12.93 (1H, s, -OH), 9.68 (1H, s, -OH), 8.42 (1H, s, H-2), 7.38 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-2', 6'), 6.82 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-3', 5'), 6.71 (1H, d,  $J = 2.4$  Hz, H-8), 6.46 (1H, d,  $J = 2.4$  Hz, H-6), 5.05 (1H, d,  $J = 7.2$  Hz, H-1"),  $^{13}\text{C-NMR}$  (100 MHz,  $\text{DMSO-}d_6$ )  $\delta$ : 180.5 (C-4), 163.0 (C-7), 161.6 (C-5), 157.5 (C-9), 157.2 (C-4'), 154.6 (C-2), 130.2 (C-2', 6'), 122.6 (C-3), 121.0 (C-1'), 115.1 (C-3', 5'), 106.1 (C-10), 99.9 (C-1"), 99.6 (C-6), 94.5 (C-8), 77.2 (C-3"), 76.4 (C-5"), 73.1 (C-2"), 69.6 (C-4"), 60.6 (C-6").

**화합물 5** -  $^1\text{H-NMR}$  (400 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$ : 7.97 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-2', 6'), 6.79 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-3', 5'), 6.24 (1H, d,  $J = 1.8$  Hz, H-6), 5.00 (1H, d,  $J = 7.0$  Hz, H-1"), 4.41 (1H, brs, H-1"),  $^{13}\text{C-NMR}$  (100 MHz,  $\text{CD}_3\text{OD}$ )  $\delta$ : 177.5 (C-4), 164.1 (C-7), 160.9 (C-5), 159.7 (C-4'), 156.9 (C-9), 154.4 (C-2), 133.4 (C-3), 131.1 (C-2', 6'), 121.2 (C-1'), 115.4 (C-3', 5'), 104.1 (C-10), 101.4 (C-1"), 101.0 (C-1"), 98.7 (C-6), 94.1 (C-8), 76.5 (C-3"), 75.8 (C-5"), 74.4 (C-2"), 71.6 (C-4"), 70.7 (C-4"), 70.5 (C-2"), 70.0 (C-3"), 68.5 (C-5"), 67.1 (C-6"), 17.8 (C-6").

DPPH free radical 소거법에 의한 항산화활성<sup>17)</sup> – 96 well plate에 시료를 EtOH로 각 농도별로 조제한 용액에  $1.5 \times 10^{-4}$  M의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) (EtOH)을 일정량씩 가하였다. 10초간 진탕한 후 37°C에서 30분간 방치한 후 microplate reader를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조약물은 L-ascorbic acid와 BHA (butylated hydroxy anisole)를 사용하였다. 항산화효과는 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도와 비교하여 그래프로 나타내었다. 각 시료에 대한 DPPH radical 소거작용을 3회 반복하여 측정하였다.

## 결과 및 고찰

화합물 1은 담황색분말(MeOH)로 얻어졌으며, flavonoid 정색반응인 FeCl<sub>3</sub>, Mg-HCl, Zn-HCl에 양성을 나타내고, Molisch test에도 양성을 나타냈다. <sup>1</sup>H-NMR spectrum에서 aromatic 영역에서  $\delta$  7.68과 6.87에서 *ortho* coupling ( $J = 8.8$  Hz)하는 각각 2H에 해당하는 2개의 proton peak가 관찰되었으며,  $\delta$  6.28과 6.11에서는 *meta* coupling ( $J = 2.0$  Hz)하는 각각 1H에 해당하는 signal이 관찰되었다. 이상의 data로 화합물 1은 kaempferol 골격의 flavonoid 화합물로 추정되었으며,  $\delta$  5.31에서 anomeric proton ( $J = 1.1$  Hz)으로 추정되는 peak가 관찰되었고,  $\delta$  0.88 에서 rhamnose 특유의 methyl peak가 확인되었다. <sup>13</sup>C-NMR spectrum에서는 rhamnose에 해당하는  $\delta$  17.6의 methyl peak를 비롯하여,  $\delta$  103.4 (C-1"), 73.2 (C-4"), 72.0 (C-2"), 72.1 (C-3"), 71.9 (C-5")의 5개의 peak가 관찰되었다. 이상의 결과로 화합물 1은 kaempferol-3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside (afzeline)로 추정하였으며, 기존문헌<sup>18)</sup> data와 비교하여 이를 확정하였다 (Fig. 1).

화합물 2는 황색 분말상의 물질로 얻어졌으며, flavonoid 정색반응인 FeCl<sub>3</sub>, Mg-HCl, Zn-HCl에 양성을 나타내고, Molisch test에서도 양성을 나타냈다. <sup>1</sup>H-NMR spectrum의 aromatic 영역에서  $\delta$  7.65 (1H, d,  $J = 2.0$  Hz, H-2'), 7.60 (1H, dd,  $J = 8.8, 2.0$  Hz, H-6') 및 6.85 (1H, d,  $J = 8.8$  Hz, H-5')에서 전형적인 ABX coupling system으로 3개의 proton이 나타나 quercetin골격의 flavonoid 화합물로 추정되었다.  $\delta$  5.08 (1H, d,  $J = 7.6$  Hz, H-1")과 4.52 (1H, brs, H-1")에서 당의 anomeric proton으로 추정되는 2개의 화합물이 확인되었고,  $\delta$  1.11 (3H, d,  $J = 6.4$  Hz)에서 rhamnose의 특징적인 methyl peak가 관찰되었다. <sup>13</sup>C-NMR spectrum에서  $\delta$  104.7 (C-1")과 102.3 (C-1")에서 2개의 anomeric carbon signal로 추정되는 peak가 관찰되어 2 mole의 sugar가 결합되어 있음을 확인할 수 있었다. 이상의 결과로 화합물 2는 quercetin에 2개의 당 glucose와 rhamnose로 이루어진 rutinose를 가지고 있는 화합물로 추정하였으며, 문헌<sup>19)</sup>

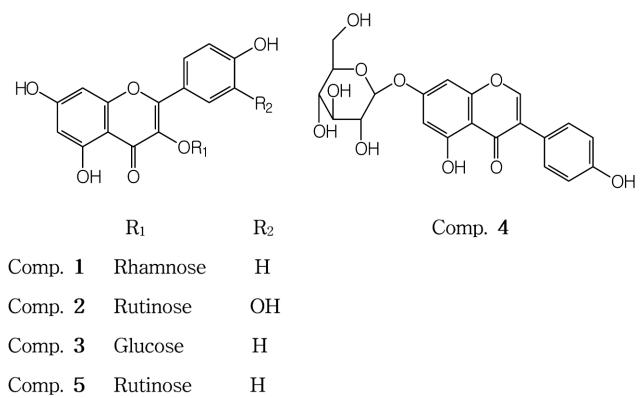


Fig. 1. Structures of compounds 1-5.

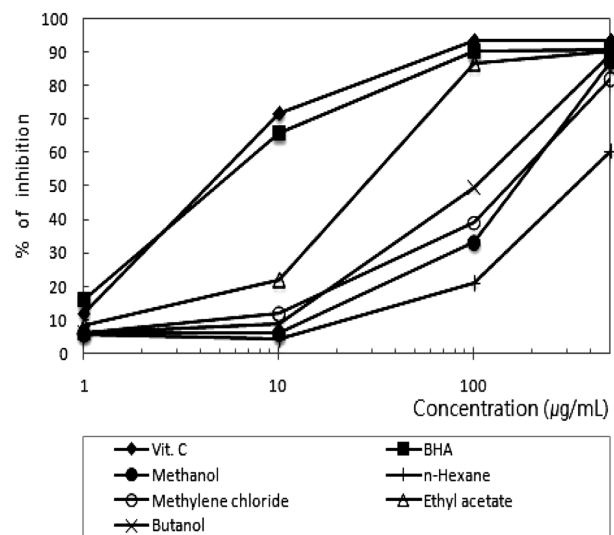


Fig. 2. DPPH radical scavenging effects of the methanol extract, and its fractions of *Desmodium oldhami*.

조사 결과 quercetin-3-O-[ $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1→6)- $\beta$ -D-glucopyranoside] (rutin)으로 확정하였다 (Fig. 1).

화합물 3은 Molisch test와 flavonoid 정색반응인 FeCl<sub>3</sub>, Mg-HCl, Zn-HCl에 양성을 나타내었다. <sup>1</sup>H-NMR spectrum의  $\delta$  5.24에서 anomeric H가 한 개가 확인되었으며, 화합물 1과 매우 유사한 peak signal이 관찰되었다. <sup>13</sup>C-NMR spectrum의 양상도 화합물 1의 rhamnose 대신 glucose로 추정되는 peak들을 제외하고 화합물 1과 매우 유사하게 나타났다. 이상으로 화합물 3의 구조는 kaempferol glycoside로 추정하고 기존 문헌<sup>20,21)</sup>상의 data와 비교하여 kaempferol-3-O-glucopyranoside (astragaloside)로 이를 확정하였다 (Fig. 1).

화합물 4는 Molisch test와 FeCl<sub>3</sub>에서 양성을 나타내었다. <sup>1</sup>H-NMR spectrum에서  $\delta$  8.42 (1H, s)에서 isoflavone의 2번 위치의 특징적인 proton signal로 추정되는 peak가 관찰되었으며,  $\delta$  7.38 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz)과 6.82 (2H, d,  $J = 8.8$  Hz)에서 B-ring의 *o*-coupling에 기인한 signal이 확인되

**Table I.** DPPH Radical scavenging effects of the isolated compounds of *Desmodium oldhami*.

| Compounds                     | IC <sub>50</sub> (µg/ml) <sup>a</sup> |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| Afzeline (1)                  | >100                                  |
| Rutin (2)                     | 15.2                                  |
| Astragalol (3)                | >100                                  |
| Genistin (4)                  | >100                                  |
| Kaempferol-3-O-rutinoside (5) | >100                                  |
| Ascorbic acid                 | 5.1                                   |
| BHA                           | 7.9                                   |

<sup>a</sup>The values indicate 50% decrease of DPPH radical and are the means of triplicate data.

었다. 또한  $\delta$  6.71 (1H, d,  $J = 2.4$  Hz)과 6.46 (1H, d,  $J = 2.4$  Hz)에서 A-ring의 6번과 8번 위치의 proton이 m-coupling 하는 것이 관찰되었으며,  $\delta$  5.05 (1H, d,  $J = 7.2$  Hz)에서 anomeric proton으로 추정되는 proton signal이 확인되었다. <sup>13</sup>C-NMR spectrum에서는 carbon signal이  $\delta$  180.5에서 확인되었으며,  $\delta$  99.9에서 anomeric carbon peak로 추정되는 peak와 glucose로 추정되는 peak signal을 확인할 수 있었다. 이상으로 compound 4를 genistein-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside (genistin)로 추정하였으며, 이를 문헌<sup>22)</sup>치와 비교하여 확인하였다.

화합물 5는 Molisch test와 FeCl<sub>3</sub>에서 양성을 나타내었으며, NMR 양상이 화합물 1과 유사하였으며,  $\delta$  5.00 (1H, d,  $J = 7.0$  Hz, H-1'')과 4.41 (1H, brs, H-1''')에서 anomeric proton으로 추정되는 2개의 화합물이 확인되었다. <sup>13</sup>C-NMR spectrum의 양상도 화합물 1과 유사하며 화합물 2에서 확인된 rutinose로 추정되는 peak들이 확인되었다. 이상으로 화합물 5는 kaempferol에 rutinose가 결합한 화합물로 추정되었으며 이를 문헌<sup>23)</sup>치와 비교하여 kaempferol-3-O-rutinoside로 확인하였다.

이상과 같이 큰도독놈의갈고리 지상부의 methanol추출물 중 소거활성이 가장 좋은 ethyl acetate 분획에서 물질 5종을 분리하여 그 구조를 동정하였다. 이 화합물들은 본 식물에서 처음 보고되는 화합물이다. 이들 화합물의 DPPH free radical 소거활성은 Table I에 나타낸 바와 같이 화합물 2가 좋은 DPPH free radical 소거활성을 나타내었으며, 나머지 화합물들은 거의 활성을 나타내지 않았다. 이러한 결과는 catechol 부분구조를 가지는 물질이 항산화 효능을 가진다는 보고<sup>24)</sup>와 일치한다. 이상의 결과를 살펴보면 큰도독놈의 갈고리의 methanol 추출물 중의 DPPH free radical 소거활성은 주로 ethyl acetate 분획물에 존재하는 화합물에 기인한 것으로 생각되며, 그 중에서도 rutin 등의 flavonoid계 화합물에 의한 것으로 사료된다.

## 결 론

큰도독놈의갈고리 지상부의 methanol추출물 중 ethyl acetate분획에서 5종의 화합물을 단리하였으며, 이들의 spectral data로부터 구조를 확인한 결과 kaempferol-3-O-rhamnopyranoside (afzeline) (1), quercetin-3-O-[ $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopyranoside] (rutin) (2), kaempferol-3-O-glucopyranoside (3), genistein-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside (genistin) (4) 및 kaempferol-3-O-rutinoside (5)로 각각 확인·동정하였다. 이 화합물들은 모두 본 식물로부터 처음 분리·보고되는 화합물이며, 화합물 2가 가장 강한 DPPH radical 소거 효능을 보여 주었다.

## 사 사

이 논문은 2010년도 교육인적자원부 지방연구중심대학육성사업 헬스케어기술개발사업단의 지원에 의하여 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

## 인용문헌

- Steinmetz, K. A. and Potter, J. D. (1991) Vegetables, fruit, and cancer. II. Mechanisms. *Cancer Causes Contrl.* **2**: 427-442.
- Yu, B. P. (1996) Aging and oxidative stress: modulation by dietary restriction. *Free Radic. Biol. Med.* **21**: 651-668.
- Cross, C. E., Halliwell, B., Borish, E. T., Pryor, W. A., Ames, B. N., Saul, R. L., Mccord, J. M. and Harman, D. (1987) Oxygen radicals and human diseases. *Ann. Intern. Med.* **107**: 526-545.
- Marx, J. L. (1987) Oxygen free radicals linked with many diseases. *Science* **235**: 529-531.
- Heo, C., Chung, J. H., Jo, B. K., Kim, H. P. and Heo, M. Y. (2003) Antioxidative activities of 60 plant extracts. *The Journal of Applied Pharmacology* **11**: 196-199.
- Suk, S. H. (2006) Antioxidant effect of vitamin E on vascular endothelial cells damaged by reactive oxygen species. *Korean J. Oriental Physiology & Pathology* **20**: 685-689.
- You, H. J. and Woo, E. R. (2004) The suppressive effect of medicinal herbs on the H<sub>2</sub>O-induced hypoxanthine-guanine phosphoribosyl transferase (HPRT) mutation. *Kor. J. Pharmacogn.* **35**: 28-34.
- Dziezak, J. D. (1986) Antioxidants. *Food Technology* **40**: 94-102.
- Branen, A. L. (1975) Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **52**: 59-63.
- Choi, U., Shin, D. H., Chang, Y. S. and Shin, J. I. (1992) Screening of natural antioxidant from plant and their anti-

- oxidative effect. *Korean J. Food Sci. Technol.* **24**: 142-148.
11. Rim, Y. S., Park, Y. M., Park, M. S., Kim, K. Y., Kim, M. J. and Choi, Y. H. (2000) Screening of antioxidants and antimicrobial activity in native plants. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **8**: 342-350.
  12. 정성제, 이진희, 송효남, 성낙술, 이승은, 백남인.(2004) 약용 식물 추출물의 항산화 활성 검색. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **47**: 135-140.
  13. Cheigh, H. S. and Lee C. Y. (1993) Antioxidative characteristics of plant phenolic compounds. *Life Science* **3**: 9-17.
  14. 이정수, 최홍식. (1994) Free radical scavenger로서의 plant phenolics의 특성과 항산화 활성. *Life Science* **4**: 11-18.
  15. 고경식 (1991) 한국 식물 검색도감(여름), 224, 아카데미서적, 서울.
  16. 이창복 (1989) 대한식물도감, 474, 향문사, 서울.
  17. Yoshida, T., Mori, K., Hatano, T., Okumura, T., Uehara, I., Komagoe, K., Fujita, Y. and Okuda, T. (1989) Studies on inhibition mechanism of autooxidation by tannins and flavonoids. V. Radical scavenging effects of tannins and related polyphenols on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Chem. Pharm. Bull.* **37**: 1919-1921.
  18. Harborne, J. B. and Mabry, T. J. (1982) The flavonoids. advances in research, 306, Chapman and Hall, London.
  19. Choi, W. H., Park, W. Y., Hwang, B. Y., Oh, G. J., Kang, S. J., Lee, K. S. and Ro, J. S. (1998) Phenolic compounds from the stem bark of *Cornus walteri* Wanger. *Kor. J. Pharmacogn.* **29**: 217-224.
  20. Do, J. C., Yu, Y. J., Jung, K. Y. and Son, K. H. (1992) Flavonoids from the leaves of *Polygala japonica*. *Kor. J. Pharmacogn.* **23**: 9-13.
  21. Do, J. C., Jung, K. Y. and Son, K. H. (1992) Flavonoid glycosides from the fronds of *Pyrrosia lingua*. *Kor. J. Pharmacogn.* **23**: 276-269.
  22. Agrawal, P. K (1989) Carbon-13 NMR of flavonoids. *Elsevier Science* **39**: 207-212.
  23. Kang, S. S., Kim, J. S., Kwak, W. J. and Kim, K. H. (1990) Flavonoids from the leaves of *Ginkgo biloba*. *Kor. J. Pharmacogn.* **21**: 111-120.
  24. Yoshida, T., Mori, K., Hatano, T., Okumura, T., Uehara, I., Komagoe, K., Fujita, Y. and Okuda, T. (1989) Studies on inhibition mechanism of autooxidation by tannins and flavonoids. V. Radical scavenging effects of tannins and related polyphenols on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. *Chem. Pharm. Bull.* **37**: 1919-1921.
- (2010. 8. 12 접수; 2010. 9. 7 심사; 2010. 9. 8 게재확정)