

## 땅비수리(*Lespedeza juncea*) 지상부의 성분

강동우<sup>1,#</sup> · 김근수<sup>1,#</sup> · 김수진<sup>1,#</sup> · 김운정<sup>1,#</sup> · 이노겸<sup>1,#</sup> · 양희정<sup>1</sup> · 김명조<sup>2</sup> · 전완주<sup>3</sup> · 권용수<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 약학대학, <sup>2</sup>강원대학교 농업생명과학대학, <sup>3</sup>강원대학교 의학전문대학원

### Chemical Constituents of the Aerial Parts of *Lespedeza juncea*

Dongwoo Kang<sup>1,#</sup>, Geunsu Kim<sup>1,#</sup>, Soojin Kim<sup>1,#</sup>, Yoonjung Kim<sup>1,#</sup>, Nogyeon Lee<sup>1,#</sup>, Hee Jung Yang<sup>1</sup>,  
Myong Jo Kim<sup>2</sup>, Wanjoon Chun<sup>3</sup>, and Yongsoo Kwon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>College of Pharmacy, Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea

<sup>2</sup>College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University, 24341, Chuncheon, Korea

<sup>3</sup>School of Medicine, Kangwon National University, 24341, Chuncheon, Korea

**Abstract** – Five known flavonoid glycosides were isolated from the aerial parts of *Lespedeza juncea*. Using various spectral data, we found the structures of the isolates to be 6"-O-acetylisovitexin (1), afzelin (2), vitexin (3), isovitexin (4), and, kempferol-3-O-robinobioside (5). All compounds were isolated for the first time from this plant.

**Keywords** – *Lespedeza juncea*, Aerial parts, Flavonoid glycosides, 6"-O-Acetylisovitexin

땅비수리는 파리채라고도 불리며 높이 1m에 달하는 반관목으로 우리나라의 중부 이남의 들녘에 분포한다. 이 식물의 학명은 분류하는 학자에 따라 *Lespedeza juncea*, *L. cytisoides* var. *inschanica*, *L. hedysaroides* var. *inschanica*, *L. juncea* var. *inschanica* 및 *L. junceum* 등으로 알려져 있다.<sup>1-3)</sup> 이 식물은 관상용, 침식 방지를 위한 사방 공사용 식물 및 가축의 사료용으로 이용될 뿐 우리나라나 중국 등에서 약용으로 사용되는 기록은 찾을 수 없었다. 그러나 우리나라에 자생하고 있는 *Lespedeza*속 식물의 약재로의 이용을 보면 싸리나무(*L. bicolor*)의 줄기와 잎을 호지자(胡枝子)라 하여 이 감모발열(感冒發熱), 폐열해수(肺熱咳嗽), 임증(淋證), 토혈(吐血) 등의 치료에 사용하며, 비수리(*L. cuneata*)의 전초를 야관문(夜關門)이라 하여 신허(腎虛), 유정(遺精), 유뇨(遺尿), 백탁(白濁), 설사(泄瀉), 수종(水腫), 해수기천(咳嗽氣喘) 등의 치료에 이용되며 민간에서는 정력에 좋다하여 이용되고 있기도 하다. 호비수리(*L. davurica*)의 전초는 지아조(枝兒條)라하여 감모발열(感冒發熱), 해수(咳嗽)의 치료에 사용하며, 꽃싸리(*L. macrocarpa*)의 지상부는 장근초(壯筋草)라하여 풍한감모(風寒感冒), 신염수종(腎炎水腫), 반신불수(半身不隨)의 치료에 이용되고 있다. 팽이싸리(*L. pilosa*)

의 전초는 철마편(鐵馬鞭)이라하여 복부팽만(腹部膨滿), 수종(水腫), 응저(癰疽)를 치료한다. 개싸리(*L. tomentosa*)의 전초를 소설인삼(小雪人蔘)이라하여 혈허(血虛), 혈허두훈(血虛頭暈), 수종(水腫), 복수(腹水), 경폐(經閉) 등의 치료에 이용되고 있다. 또한, 좁싸리(*L. virgata*)의 뿌리는 겹부제(招不齊)라 하여 중서(中暑), 소변불리(小便不利), 감기, 고혈압의 치료에 이용하고 있는 등 대부분의 자생 *Lespedeza*속 식물이 약재로 이용되고 있음을 알 수 있다.<sup>4)</sup> 땅비수리의 성분으로는 phenol성 배당체인 melioside A, melioside B와<sup>5)</sup> homoisoflavanone 계열의 화합물인 lesjunceol(I), lesjunceol(II) 등이<sup>6)</sup> 분리, 보고되었을 뿐 다른 *Lespedeza*속 식물에 함유된 것으로 보고된 pterocarpan,<sup>7)</sup> lignans,<sup>8)</sup> phenylpropanoids,<sup>9)</sup> flavonoids<sup>10)</sup> 등의 성분에 관한 연구는 찾아보지 못하였다. 이에, 본 연구자 등은 강원도에 자생하면서 연구가 충분하게 이루어지지 않은 식물 땅비수리를 대상으로 그 성분을 분리하고 구조를 규명하여 식물화학적 기초자료를 제시함과 더불어 생리활성 물질 자원으로서의 사용 가능성을 밝히기 위하여 연구에 착수하였으며, 그 지상부로부터 5종의 flavonoid 배당체를 분리하고 그 구조를 밝혔기에 이를 보고하고자 한다.

#These authors contributed equally to this work.

\*교신저자(E-mail): yskwon@kangwon.ac.kr

(Tel): +82-10 5545 6921

## 재료 및 방법

**실험재료** – 실험에 사용한 땅비수리(*L. juncea*)의 지상부는 2017년 9월 춘천 석사천 주위에서 채집하여 강원대학교 약학대학 권용수 교수가 감정한 후 음건하고 세절하여 실험에 사용하였으며, 확증표본(KNUH-A-1709-2)은 강원대학교 약학대학 생약학 연구실에 보관 중이다.

**기기 및 시약** –  $^1\text{H}$  및  $^{13}\text{C}$ -NMR은 Bruker사의 AVANCE 600 및 JOEL사의 JNM-ECZ400S를 이용하여 측정하였다. Mass spectra는 AB Sciex사의 API 3200 LC/MS/MS system을 이용하여 측정하였다. Flash column chromatography는 Teledyne Isco사의 CombiFlash<sup>®</sup> Retrieve<sup>™</sup>를 이용하였고 column은 RediSep<sup>®</sup>을 이용하였다. MPLC는 Büchi사의 Büchi 682 chromatography pump system을 이용하여 실시하였으며, column chromatography용 충전제는 Merck사의 Kieselgel 60 63-200  $\mu\text{m}$ 와 40-63  $\mu\text{m}$ 를 사용하거나 YMC사의 YMC gel ODS-A, 150  $\mu\text{m}$ 을 이용하였다. TLC plate는 Merck사의 precoated Kieselgel 60 F254s(layer thickness 0.25 mm, 20×20 cm, Merck Art. No. 5715), RP-18 F254s를 이용하였다. Open column chromatography에 사용한 용매는 특급시약을 사용하였으며, MPLC와 flash column chromatography에 사용한 용매는 특급시약을 증류하여 사용하였다.

**추출 및 분리** – 채집하여 음건한 줄기(2.4 kg)를 세절한 후 MeOH 30 L를 이용하여 실온에서 일주일씩 2회 반복 추출한 후 여과하고 여액을 감압농축기를 이용하여 40°C에서 농축시켜 MeOH 엑스 400 g을 얻었다. 얻어진 MeOH 엑스를 증류수에 현탁시키고 *n*-hexane으로 분획하여 *n*-hexane 가용성 분획은 폐기하였으며, 남은 증류수 현탁액을  $\text{CHCl}_3$  및 *n*-BuOH을 사용하여 순차적으로 분획한 후 농축시켜  $\text{CHCl}_3$  가용성 분획 2.0 g 및 *n*-BuOH 가용성 분획 46.2 g을 얻었다. 이들 가용성 분획 중 양이 가장 많은 *n*-BuOH 가용성 분획을 대상으로 성분을 분리하기 위하여 실험에 착수하였다. *n*-BuOH 가용성 분획 45 g을 silica gel(Kieselgel 60 63-200  $\mu\text{m}$ , 900 g) column(15×50 cm)을 이용하여  $\text{CHCl}_3$ :MeOH:H<sub>2</sub>O=5:1:0.1을 용매로 순차적으로 용출시킨 후 TLC 분석을 실시, 9개의 분획으로 나누었다(LJB-1~LJB-9). 분획 LJB-2(12.3 g)을 다시  $\text{CHCl}_3$ :MeOH=8:1을 용매로 flash column(CombiFlash RediSep<sup>®</sup>, silica gel 120 g) chromatography를 실시하여 8개의 소분획으로 나누었다(LJB-2-1~LJB-2-8). 소분획 LJB-2-2(0.7 g)를 MeOH:H<sub>2</sub>O=50:50을 용매로 flash column(CombiFlash RediSep<sup>®</sup>, ODS, 43 g) chromatography를 실시하여 화합물 1(12 mg)을 얻었다. 소분획 LJB-2-3(0.4 g)에 대하여 ODS column(YMC gel ODS-A, 150  $\mu\text{m}$ , 40 g) chromatography(MeOH:H<sub>2</sub>O=60:40)를 실시하여 화합물 2(10 mg)를 얻었다. 소분획 LJB-2-6(0.8 g)에

대하여 MeOH:H<sub>2</sub>O=50:50을 용매로 flash column chromatography(CombiFlash RediSep<sup>®</sup>, ODS, 120 g)를 실시하고 화합물 3(300 mg)과 4(65 mg)를 얻었다. 분획 LJB-6(1.6 g)을 대상으로 silica gel(Kieselgel 60 63-200  $\mu\text{m}$ , 500 g) column(5×50 cm)을 이용하여  $\text{CHCl}_3$ :MeOH:H<sub>2</sub>O=3:1:0.1을 용매로 용출시켜 화합물 5(400 mg)을 얻었다.

Compound 1 – Brown powder;  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CD}_3\text{OD}$ , 600 MHz):  $\delta$  7.75 (2H, d,  $J=8.5$  Hz, H-2', H-6'), 6.87 (2H, d,  $J=8.5$  Hz, H-3', H-5'), 6.50 (1H, s, H-3), 6.41 (1H, s, H-8), 4.89 (1H, d,  $J=9.9$  Hz, H-1''), 4.45 (1H, d,  $J=10.8$  Hz, H-6a''), 4.22 (2H, m, H-2'', H-6b''), 3.11 (1H, m, H-3''), 3.47 (2H, m, H-4'', H-5''), 2.03 (3H, s,  $\text{COCH}_3$ );  $^{13}\text{C}$  NMR ( $\text{CD}_3\text{OD}$ , 150 MHz):  $\delta$  184.01 (C-4), 173.10 ( $\text{COCH}_3$ ), 166.13 (C-2), 164.94 (C-7), 162.78 (C-4'), 162.22 (C-5), 158.76 (C-9), 129.53 (C-2', C-6'), 123.14 (C-1'), 117.12 (C-3', C-5'), 108.88 (C-6), 105.28 (C-10), 103.93 (C-3), 95.31 (C-8), 80.00 (C-5''), 79.83 (C-3''), 75.39 (C-1''), 72.53 (C-2''), 71.96 (C-4''), 65.38 (C-6''), 20.88 ( $\text{COCH}_3$ ); ESI-MS (negative mode)  $m/z$  : 473 [M-H]<sup>-</sup>

Compound 2 –  $^1\text{H}$  NMR ( $\text{CD}_3\text{OD}$ , 600 MHz):  $\delta$  7.76 (2H, d,  $J=8.5$  Hz, H-2', H-6'), 6.93 (2H, d,  $J=8.5$  Hz, H-3', H-5'), 6.36 (1H, d,  $J=2.0$  Hz, H-8), 6.19 (1H, d,  $J=2.0$  Hz, H-6), 4.22 (1H, d,  $J=1.5$  Hz, H-1''), 0.91 (3H, d,  $J=5.5$  Hz, rhamnosyl  $\text{CH}_3$ );  $^{13}\text{C}$  NMR ( $\text{CD}_3\text{OD}$ , 150 MHz):  $\delta$  178.22 (C-4), 164.52 (C-7), 161.82 (C-5), 160.18 (C-4'), 157.88 (C-2), 157.15 (C-9), 134.81 (C-3), 130.51 (C-2', C-6'), 121.24 (C-1'), 115.13 (C-3', C-5'), 104.52 (C-10), 102.11 (C-1''), 98.46 (C-6), 93.38 (C-8), 71.80 (C-4''), 70.73 (C-2''), 70.63 (C-3''), 70.52 (C-5''), 16.26 (C-6''); ESI-MS (negative mode)  $m/z$  : 431 [M-H]<sup>-</sup>.

Compound 3 –  $^1\text{H}$  NMR (DMSO-d<sub>6</sub>, 600 MHz):  $\delta$  13.17 (1H, s, OH-5), 8.02 (2H, d,  $J=8.1$  Hz, H-2', H-6'), 6.89 (2H, d,  $J=8.1$  Hz, H-3', H-5'), 6.78 (1H, s, H-3), 6.27 (1H, s, H-8), 4.69 (1H, d,  $J=9.7$  Hz, H-1'');  $^{13}\text{C}$  NMR (DMSO-d<sub>6</sub>, 150 MHz):  $\delta$  182.07 (C-4), 163.92 (C-2), 162.71 (C-7), 161.15 (C-4'), 160.38 (C-5), 156.00 (C-9), 128.96 (C-2', C-6'), 121.60 (C-1'), 115.81 (C-3', C-5'), 104.61 (C-8), 103.97 (C-10), 102.43 (C-3), 98.17 (C-6), 81.83 (C-5''), 78.65 (C-3''), 73.38 (C-1''), 70.84 (C-2''), 70.53 (C-4''), 61.28 (C-6''); ESI-MS (negative mode)  $m/z$  : 431 [M-H]<sup>-</sup>.

Compound 4 –  $^1\text{H}$  NMR (DMSO-d<sub>6</sub>, 600 MHz):  $\delta$  13.56 (1H, s, OH-5), 7.93 (2H, d,  $J=8.7$  Hz, H-2', H-6'), 6.93 (2H, d,  $J=8.7$  Hz, H-3', H-5'), 6.78 (1H, s, H-3), 6.51 (1H, s, H-6), 4.59 (1H, d,  $J=9.8$  Hz, H-1'');  $^{13}\text{C}$  NMR

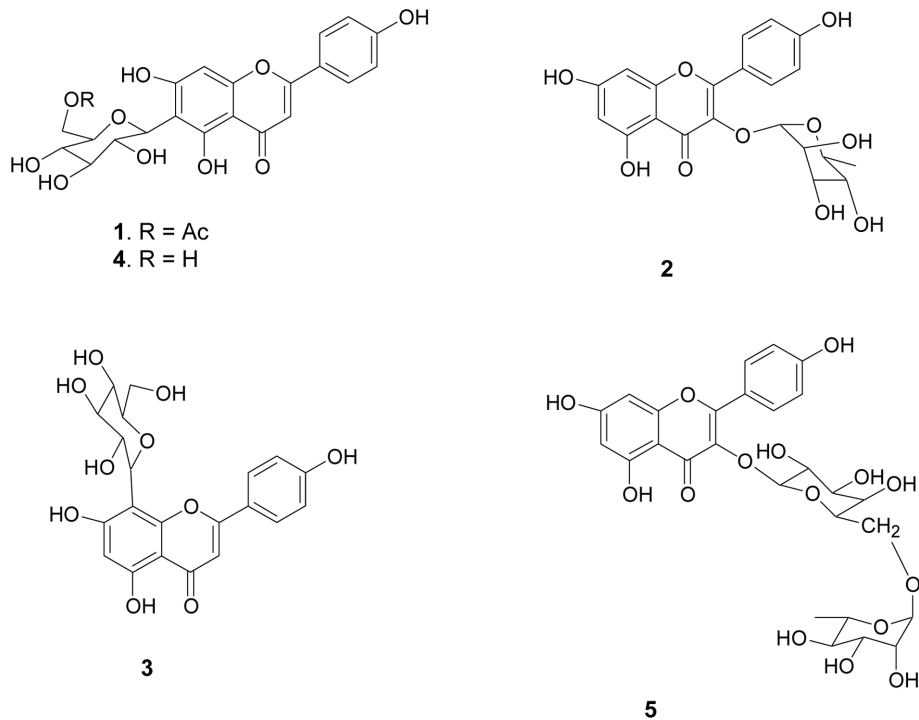


Fig. 1. Structures of compounds 1-5.

(DMSO- $d_6$ , 150 MHz):  $\delta$  181.93 (C-4), 163.48 (C-2, C-7), 161.21 (C-4'), 160.67 (C-5), 156.23 (C-9), 128.46 (C-2', C-6'), 121.09 (C-1'), 115.99 (C-3', C-5'), 108.90 (C-6), 103.34 (C-10), 102.77 (C-3), 93.64 (C-8), 81.58 (C-5''), 78.95 (C-3''), 73.06 (C-1''), 70.62 (C-2''), 70.20 (C-4''), 61.48 (C-6''); ESI-MS (negative mode)  $m/z$  : 431 [M-H].

Compound 5 –  $^1\text{H}$  NMR (DMSO- $d_6$ , 600 MHz):  $\delta$  12.57 (1H, s, OH-5), 8.05 (2H, d,  $J=8.9$  Hz, H-2', H-6'), 6.87 (2H, d,  $J=8.9$  Hz, H-3', H-5'), 6.42 (1H, d,  $J=1.9$  Hz, H-8), 6.20 (1H, d,  $J=1.9$  Hz, H-6), 5.32 (1H, d,  $J=7.7$  Hz, H-1''), 4.40 (1H, br s, H-1'''), 1.06 (3H, d,  $J=6.1$  Hz, rhamonsyl  $\text{CH}_3$ );  $^{13}\text{C}$  NMR (DMSO- $d_6$ , 150 MHz):  $\delta$  177.37 (C-4), 164.29 (C-7), 161.13 (C-5), 159.91 (C-4'), 156.53 (C-9), 156.39 (C-2), 133.28 (C-3), 130.87 (C-2', C-6'), 120.80 (C-1'), 115.00 (C-3', C-5'), 103.83 (C-10), 102.04 (C-1''), 100.03 (C-1'''), 98.71 (C-6), 93.68 (C-8), 73.51 (C-5''), 72.96 (C-3''), 71.88 (C-4''), 71.06 (C-2''), 70.58 (C-2'''), 70.37 (C-3'''), 68.21 (C-5'''), 67.97 (C-4''), 65.31 (C-6''), 17.81 (C-6'''); ESI-MS (negative mode)  $m/z$  : 593 [M-H].

### 결과 및 고찰

화합물 2-5는 spectral data를 문헌<sup>11-14</sup>)과 비교하여 afzelin (2), vitexin(3), isovitexin(4) 및 kaempferol-3-*O*-robinioside(5)

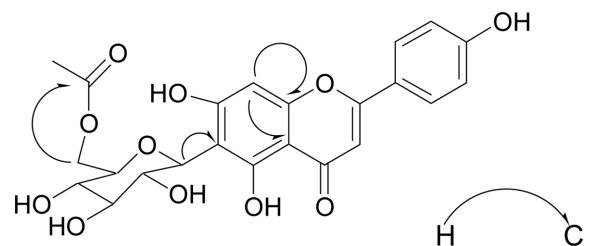


Fig. 2. Key HMBC correlations of 1.

로 동정하였다. 화합물 1은  $^1\text{H}$ -NMR의 spectrum을 보면  $\delta$  7.75와 6.87에서 doublet(2H,  $J=8.5$  Hz)이 나타나고,  $\delta$  6.50과 6.41에서 singlet을 각각 확인할 수 있었다. 또한,  $\delta$  4.89에서  $J=9.8$  Hz의 doublet이 나타나고,  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum의  $\delta$  80.00, 79.83, 75.39, 72.53, 71.96 및 65.38에서 나타나는 당의 carbon signal들로부터 화합물 1은 화합물 4(isovitexin)에 치환기가 존재하는 화합물임을 알 수 있었다.  $^1\text{H}$ -NMR spectrum의  $\delta$  2.08에서 나타나는 signal(3H, s)과  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum의  $\delta$  173.10과 20.88에서 나타나는 carbon signal들로부터 화합물 1에는 한 개의 acetyl기가 치환되어 있음을 알 수 있었으며, acetyl기의 치환 위치는 화합물 4의 C-6''이  $^{13}\text{C}$ -NMR spectrum의  $\delta$  61.48에서 나타나지만 화합물 1의 경우 C-6''가  $\delta$  65.38로 저자장 이동되어 나타나는 것으로부터 한 개의 acetyl기는 당의 6번 위치에 치환되어 있음을 알 수 있었다. 이는 HMBC spectrum을 통해서도 확인할 수 있었다. 즉,  $\delta_{\text{H}}$  4.45에서 나타나는 C-6''의 signal이  $\delta_{\text{C}}$  173.10

에서 나타나는 acetyl ketone의 signal과 correlation 하는 것을 확인할 수 있었다. 이상의 결과와 문헌<sup>15)</sup>을 비교하여 화합물 1은 6"-O-acetylisovitexin으로 동정하였다. 이들 화합물에 대한 활성의 연구로는 afzelin(2)으로부터 항암활성,<sup>16)</sup> 항염증활성<sup>17)</sup> 등이 보고 되었으며, vitexin(3)의 활성으로는 항균활성,<sup>18)</sup> 항염증활성,<sup>19)</sup> autophagy dysfunction 개선 활성<sup>20)</sup> 등 매우 다양한 활성이 보고되었다. Isovitexin(4)의 활성으로는 항암활성,<sup>21,22)</sup> 항염증활성,<sup>23)</sup>  $\alpha$ -glucosidase inhibitory 활성<sup>24)</sup> 등이 보고 되었으며, kaempferol-3-O-robinobioside(5)의 활성으로는 human lymphocyte proliferation 억제활성<sup>25)</sup>이 보고되었다.

## 결 론

땅비수리(*L. juncea*) 지상부의 성분상을 밝혀 식물화학적 기초자료를 제시하고, 함유된 성분들의 자원으로서의 사용 가능성을 알아보기 위하여 연구에 착수하여 지상부의 MeOH 추출물 중 *n*-BuOH 가용성 분획으로부터 5종의 화합물을 분리하고 각종 기기분석을 이용하여 그 구조를 각각 6"-O-acetylisovitexin(1), afzelin(2), vitexin(3), isovitexin(4) 및 kaempferol-3-O-robinobioside(5)로 동정하였으며, 이 성분들은 이 식물로부터는 처음으로 분리된 화합물이었다. 많은 연구자들이 보고한 문헌에 따르면 이 성분들은 다양한 활성을 가지고 있으므로 땅비수리는 자원으로서의 가치가 충분한 것으로 생각되며 활성의 연구를 비롯한 후속 연구가 필요한 것으로 생각된다.

## 사 사

이 연구는 강원대학교 약학대학 전공심화연구 프로그램에 의하여 이루어 졌음.

## 인용문헌

1. 이영노 (1996) 원색 한국식물도감, 373, 교학사, 서울.
2. 이창복 (2006) 원색 대한식물도감, 598, 향문사, 서울.
3. 이우철 (1996) 원색 한국기준식물도감, 193, 아카데미서적, 서울.
4. 배기환 (2019) 천연약물도감, 574-577, 교학사, 서울.
5. Tantry, M. A., Khan, R., Shawl, A. S. and Khuroo, M. A. (2008) Phenolic glycosides from *Lespedeza juncea*. *Chem. Nat. Comp.* **44**: 591-593.
6. Tantry, M. A., Shawl, A. S., Khuroo, M. A. and Ali, N. (2008) Homoisflavanones from *Lespedeza juncea*. *Chem. Nat. Comp.* **44**: 424-426.
7. Tarbeeva, D. V., Fedoreyev S, A, Veselova, M. V. Blagodatki, A. S., Klimentko, A. M., Kalinovskiy, A. I., Grigorovoy V. P., Berdyshev, D. V. and Gorovoy, P. G. (2019) Cytotoxic polyphenolic compounds from *Lespedeza bicolor* stem bark. *Fitoterapia* **135**: 64-72.
8. Baek, J., Lee, T. K., Song, J. H., Choi, E., Ko, H. J., Lee, S., Choi, S. U., Lee, S., Yoo, S. W., Kim, S. H. and Kim, K. H. (2018) Lignan glycosides and favonoid glycosides from the aerial portion of *Lespedeza cuneata* and their biological evaluations. *Molecules* **23**: pii: E1920.
9. Zhang, C., Zhou, J., Yang, J., Li, C., Ma, J., Zhang, D. and Zhang, D. (2016) Tve new phenylpropanoid glycosides from the aerial parts of *Lespedeza cuneata*. *Acta Pharm. Sin. B* **6**: 564-567.
10. Miyase, T., Sano, M., Yoshino, K. and Nonaka, K. (1999) Antioxidants from *Lespedeza homoloba* (II). *Phytochemistry* **52**: 311-319.
11. Lee, J. H., Kwon, Y. S. and Kim, C. M. (1998) Flavonoids from the stem bark of *Platycarya strobilacea*. *Kor. J. Pharmacogn.* **29**: 353-356.
12. Song, H. H., Khiev, P., Chai, H. S., Lee, H. K., Oh, S. R., Choi, Y. H. and Chin, Y. W. (2012) Flavonoids from *Thrysanthera suborbicularis* and their NO inhibitory activity. *Nat. Prod. Sci.* **18**: 273-278.
13. Jeong, S. J., Kang, T. H., Ko, E. B. and Kim, Y. C. (1998) Falvonoids from the seeds of *Phaseolus radiatus*. *Kor. J. Pharmacogn.* **29**: 357-359.
14. Jafari, S., Saeidnia, S., Hajimehdipoor, H., Ardekani, M. R. S., Faramarzi, M. A., Hadjiakhoondi, A. and Khanavi, M. (2013) Cytotoxic evaluation of *Melia azedarach* incomparision with, *Azadirachta indica* and its phytochemical investigation. *DARU J. Pharm. Sci.* **21**: 37.
15. Olennikov, D. N. and Chirikova, N. K. (2019) C-glycosyl flavones from two eastern siberian species of *Silene*. *Chem. Nat. Comp.* **55**: 642-647.
16. Zhu, K. C., Sun, J. M., Shen, J. G., Jin, J. Z., Liu, F., Xu, X. L., Chen, L., Liu, L. T. and Lv, J. J. (2015) Afzelin exhibits anti-cancer activity against androgen-sensitive LNCaP and androgen-independent PC-3 prostate cancer cells through the inhibition of LIM domain kinase 1. *Oncol. Lett.* **10**: 2359-2365.
17. Lee, J. H., Ahn, J., Kim, J. W., Lee, S. G. and Kim, H. P. (2015) Flavonoids from the aerial parts of *Houttuynia cordata* attenuate lung inflammation in mice. *Arch. Pharm. Res.* **38**: 1304-1311.
18. Adamczak, A., Ożarowski, M. and Karpiński, T. M. (2019) Antibacterial activity of some flavonoids and organic acids widely distributed in plants. *J. Clin. Med.* **9**: pii: E109.
19. Yang, H., Huang, J., Mao, Y., Wang, L., Li, R. and Ha, C. (2019) Vitexin alleviates interleukin-1 $\beta$ -induced inflammatory responses in chondrocytes from osteoarthritis patients: Involvement of HIF-1 $\alpha$  pathway. *Scand. J. Immunol.* **90**: e12773.
20. Jiang, J., Dai, J. and Cui, H. (2018) Vitexin reverses the autophagy dysfunction to attenuate MCAO-induced cerebral isch-

- emic stroke via mTOR/Ulk1 pathway. *Biomed. Pharmacother.* **99**: 583-590.
21. Cao, X., Liu, L., Yuan, Q., Li, X., Cui, Y., Ren, K., Zou, C., Chen, A., Xu, C., Qiu, Y., Quan, M., Zhang, J., Cao, J. and Chen, X. (2019) Isoviteixin reduces carcinogenicity and stemness in hepatic carcinoma stem-like cells by modulating MnSOD and FoxM1. *J. Exp. Clin. Cancer Res.* **38**: 264.
22. Lv, S. X. and Qiao, X. (2018) Isoviteixin (IV) induces apoptosis and autophagy in liver cancer cells through endoplasmic reticulum stress. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **496**: 1047-1054.
23. Lv, H., Yu, Z., Zheng, Y., Wang, L., Qin, X., Cheng, G. and Ci, X. (2016) Isoviteixin exerts anti-inflammatory and anti-oxidant activities on lipopolysaccharide-induced acute lung injury by inhibiting MAPK and NF- $\kappa$ B and activating HO-1/Nrf2 pathways. *Int. J. Biol. Sci.* **12**: 72-86.
24. Chang, C. C., Ho, S. L. and Lee, S. S. (2015) Acylated glucosylflavones as  $\alpha$ -glucosidase inhibitors from *Tinospora crispa* leaf. *Bioorg. Med. Chem.* **23**: 3388-3396.
25. Brochado, C. de O., De Almeida, A. P., Barreto, B. P., Costa, L. P., Ribeiro, L. S., Pereira, R. L. da C., Gonçalves Koatz, V. L. and Costa, S. S. (2003) Flavonol robinobiosides and ruti-nosides from *Alternanthera brasiliana* (Amaranthaceae) and their effects on lymphocyte proliferation *in vitro*. *J. Braz. Chem. Soc.* **14**: 449-451.

(2020. 2. 6 접수; 2020. 3. 2 심사; 2020. 3. 10 게재확정)