

섬바디(*Dystaenia takesimana*) 잎의 성분권용수^{1*} · 김명조²¹강원대학교 약학대학, ²강원대학교 농업생명과학대학Chemical Constituents of *Dystaenia takesimana* LeavesYongsoo Kwon^{1*} and Myong Jo Kim²¹College of Pharmacy, Kangwon National University, Chuncheon, 24341, Korea²College of Agriculture and Life science, Kangwon National University, 24341, Chuncheon, Korea

Abstract – Six compounds were isolated from the *n*-BuOH fraction of *Dystaenia takesimana* leaves. Based on spectral data analysis, the isolated compounds were identified as 2-methoxy-2-(4-hydroxyphenyl)ethanol (1), methylgallate (2), methyl-5-*O*-caffeoylquinic acid (3), luteolin-7-*O*-glucoside (4), apigenin-7-*O*-glucoside (5) and mannitol (6). Among these, compounds 2, 3 and 5 were isolated from *D. takesimana* for the first time.

Keywords – *Dystaenia takesimana*, Apiaceae, Leaves, phenolics

섬바디(*Dystaenia takesimana*)는 우리나라의 울릉도에 자생하는 고유종으로,¹⁾ 그 뿌리를 울릉강활이라 하여 진통, 해열 등의 효능이 있어 감기치료에 약용하기도 한다.²⁾ 섬바디의 연구는 주로 뿌리를 대상으로 이루어져 함유 성분으로 coumarins, flavonoids, phenolics 및 phytosterols 등의 화합물이 분리, 보고되었으며,^{3,4)} 활성에 관한 연구로는 iNOS와 COX-2 발현에 대한 효과, 항균효과 등이 보고되었다.^{5,6)} 저자 등은 국내에 자생하고 있는 산형과(Apiaceae) 식물의 성분 연구가 주로 약용 부위인 뿌리를 중심으로 이루어지고 있음을 알고, 뿌리를 제외한 줄기, 잎 등의 부분에 함유되어 있는 성분을 밝히기 위한 연구를 수행해 오던 중 섬바디(*D. takesimana*)의 줄기의 *n*-BuOH 분획으로부터 cimifugin, cynaroside, 3,5-dicaffeoyl quinic acid, 3,4-dicaffeoyl quinic acid 및 chlorogenic acid 등 5종의 화합물을 분리하고 그 결과를 보고하였다.⁷⁾ 본 연구는 전보에 이은 계속되는 연구로 섬바디(*D. takesimana*) 잎의 성분상을 밝혀 자원으로서의 가능성을 알아보고자 실험에 착수하고 잎 MeOH 추출물 중 *n*-BuOH 가용성 분획으로부터 6종의 화합물을 분리하고 그 구조를 밝히기 위해 보고하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료 – 실험에 사용한 섬바디(*D. takesimana*)의 잎은 2024년 5월 강원대학교 약학대학 구내에서 채집하여 강원대학교 약학대학 권용수 교수가 정확하게 감정한 후 음건하였다. 화증표본(KNPH-L-2405-1)은 강원대학교 약학대학 생약학 연구실에 보관 중이다.

기기 및 시약 – Mass spectra는 Waters사의 Micromass Quattro micro API를 이용하여 측정하였다. NMR spectra는 JEOL사의 JNM-ECZ500R을 이용하여 측정하였다. 선광도는 Jasco사의 DIP-1000 digital polarimeter를 이용하여 측정하였다. 화합물의 분리는 Merck 사의 silica gel (63~200 μ m 또는 40~63 μ m)와 YMC 사의 ODS (ODS-A, 150 또는 75 μ m)를 이용한 open column chromatography와 Teledyne Isoco사의 CombiFlash® Flash chromatography system을 이용하여 RediSep® column으로 수행하였다. TLC 분석은 Merck사의 Kieselgel 60 F₂₅₄와 RP F_{254s} plates를 사용하였다. Chromatography에 사용한 유기 용매는 따로 언급이 없는 한 대정화금사의 extra pure grade를 한번 증류한 것을 사용하였다. 기타 시약은 analytical grade를 사용하였다.

추출 및 분리 – 음건하여 잘게 자른 섬바디(*D. takesimana*)의 잎 2.5 kg에 MeOH 30 L를 가하고 실온에서 1주일간 2회 추출한 후 여과하고 여액을 40°C에서 감압농축하여 MeOH 분획 540 g을 얻었다. 얻어진 MeOH 분획(175 g)을 증류수에

*교신저자(E-mail): yskwon@kangwon.ac.kr

(Tel): ※ 개인정보 표시 제한

현탁시키고 *n*-hexane, CHCl_3 및 *n*-BuOH의 순으로 분획하고 감압 농축하고 *n*-hexane 분획 90 g, CHCl_3 분획 3 g 및 *n*-BuOH 분획 60 g을 얻었다. *n*-BuOH 분획 40 g을 ODS (ODS-A, 150 μm , 500 g column (9.5 $\times$ 50 cm)에 걸고 MeOH:H₂O (40:60)을 용매로 용출시킨 후 MeOH 100%와 acetone 100%로 세척하였으며, 이를 TLC 분석을 통하여 다섯 개의 분획 (DLB-1~DLB-5)으로 나누었다. 분획 DLB-1 (19 g)에 대하여 silica gel (Merck, 63-200 μm , 600 g) column (9.5 $\times$ 50 cm)에 걸고 EtOAc:MeOH:H₂O (8:1.5:0.5)을 용매로 용출시키고 여섯 개의 분획(DLB-1-1~DLB-1-6)으로 나누었다. 분획 DLB-1-1 (1.8 g)을 다시 silica gel (Merck, 40-63 μm , 80 g) column (3 $\times$ 50 cm)에 걸고 water-saturated EtOAc 100%를 용매로 용출시켜 다섯 개의 소분획(DLB1-1-1~DLB-1-1-5)으로 나누었다. 이 중 소분획 DLB-1-1-1 (0.2 g)을 silica gel (Merck, 40-63 μm , 40 g) column (2 $\times$ 50 cm)에 걸고 CHCl_3 :MeOH (24:1)을 용매로 용출시키고 정제하여 화합물 **1** (7.1 mg)과 **2** (12.4 mg)을 얻었다. 분획 DLB-1-1-3을 농축시켜 화합물 **3** (630 mg)을 얻었다. 분획 DLB-1-2 (1.1 g)을 농축하고 MeOH로 정제하여 화합물 **4** (270 mg)을 얻었으며, 이 분획의 모액을 silica gel (Merck, 40-63 μm , 100 g) column (3 $\times$ 50 cm)에 걸고 Büchi B-682 pump를 이용하여 benzene:acetone:MeOH (7.5:2:0.5)의 용매로 용출시키고 다섯 개의 분획(DLB-1-2-1~DLB-1-2-5)으로 나누었다. 이들 분획 중 분획 DLB-1-2-3 (0.16 g)을 ODS (YMC Gel, 75 μm , 60 g) column (3 $\times$ 25 cm)에 걸고 Büchi B-682 pump를 이용하여 MeOH:H₂O (30:70)의 용매로 용출시켜 화합물 **5** (70 mg)을 얻었다. 분획 DLB-1-5 (11 g)을 MeOH로 정제하여 화합물 **6** (150 mg)을 얻었다.

2-Methoxy-2-(4'-hydroxyphenyl)ethanol (1) – Amorphous powder; ¹H-NMR (CD_3OD , 500 MHz) δ : 7.11 (2H, d, $J=8.5$ Hz, H-2', H-6'), 6.76 (2H, d, $J=8.5$ Hz, H-3', H-5'), 4.15 (1H, dd, $J=8.0, 4.0$ Hz, H-2), 3.61 (1H, dd, $J=11.5, 8.0$ Hz, H-1b), 3.48 (1H, $J=11.5, 4.0$ Hz, H-1a), 3.22 (3H, s, OCH_3); ¹³C-NMR (CD_3OD , 125 MHz) δ : 158.43 (C-4'), 130.89 (C-1'), 129.32 (C-2', C-6'), 116.22 (C-3', C-5'), 85.97 (C-2), 67.77 (C-1), 56.82 (OCH_3); ESI-MS m/z 169 [$\text{M}+\text{H}$]⁺.

Methyl gallate (2) – Amorphous powder; ¹H-NMR (CD_3OD , 500 MHz) δ : 7.03 (2H, s, H-2, H-6), 3.80 (3H, s, OCH_3); ¹³C-NMR (CD_3OD , 125 MHz) δ : 169.01 (C=O), 146.49 (C-3, C-5), 139.75 (C-4), 121.46 (C-1), 110.04 (C-2, C-6), 52.25 (OCH_3); ESI-MS m/z 183 [$\text{M}-\text{H}$]⁻.

Methyl chlorogenate (3) – Light yellow powder; $[\alpha]_D^{20}$ – 32.5° (*c* 0.35, MeOH); ¹H-NMR (CD_3OD , 500 MHz) δ : 7.52 (1H, d, $J=16.0$ Hz, H-7'), 7.04 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-2'), 6.93 (1H, dd, $J=8.5, 2.0$ Hz, H-6'), 6.78 (1H, d, $J=8.5$ Hz, H-5'), 6.21 (1H, d, $J=16.0$ Hz, H-8'), 5.28 (1H, td, $J=7.5, 4.0$ Hz, H-3), 4.14 (1H, q, $J=3.5$ Hz, H-5), 3.73 (1H, dd, $J=8.0, 3.5$ Hz,

H-4), 3.68 (3H, s, OCH_3), 2.19 (2H, m, H-2a, H-6a), 2.11 (1H, dd, $J=13.0, 8.0$ Hz, H-2b), 2.01 (1H, dd, $J=13.5, 6.5$ Hz, H-6b); ¹³C-NMR (CD_3OD , 125 MHz) δ : 175.37 (C=O), 168.29 (C-9'), 149.54 (C-7'), 147.13 (C-3'), 146.72 (C-4'), 127.59 (C-1'), 122.96 (C-6'), 116.51 (C-2'), 115.13 (C-5'), 115.01 (C-8'), 75.85 (C-1), 72.61 (C-4), 72.00 (C-5), 70.38 (C-3), 52.99 (OCH_3), 37.96 (C-2), 37.85 (C-6); ESI-MS m/z 367 [$\text{M}-\text{H}$]⁻.

Luteolin-7-O- β -D-glucoside (4) – Yellow powder; ¹H-NMR ($\text{DMSO}-d_6$, 500 MHz) δ : 12.98 (1H, s, 5-OH), 7.44 (1H, dd, $J=8.5, 2.4$ Hz, H-6'), 7.41 (1H, d, $J=2.5$ Hz, H-2'), 6.89 (1H, d, $J=8.5$ Hz, H-5'), 6.78 (1H, d, $J=2.5$ Hz, H-8), 6.74 (1H, s, H-3), 6.43 (1H, d, $J=2.5$ Hz, H-6), 5.07 (1H, d, $J=7.5$ Hz, H-1''), 3.70-3.15 (6H, m, sugar protons); ¹³C-NMR ($\text{DMSO}-d_6$, 125 MHz) δ : 182.07 (C-4), 164.66 (C-2), 163.13 (C-7), 161.32 (C-5), 157.13 (C-9), 150.14 (C-4'), 145.97 (C-3'), 121.55 (C-1'), 119.36 (C-6'), 116.16 (C-5'), 113.74 (C-2'), 105.52 (C-10), 103.35 (C-3), 100.07 (C-6), 99.72 (C-1''), 94.90 (C-8), 77.35 (C-5''), 76.58 (C-3''), 73.30 (C-2''), 69.73 (C-4''), 60.80 (C-6''); ESI-MS m/z 447 [$\text{M}-\text{H}$]⁻.

Apigenin-7-O- β -D-glucoside (5) – Yellow powder; ¹H-NMR ($\text{DMSO}-d_6$, 500 MHz) δ : 12.95 (1H, s, 5-OH), 7.94 (2H, d, $J=8.5$ Hz, H-2', H-6'), 6.93 (2H, d, $J=8.5$ Hz, H-3', H-5'), 6.85 (1H, s, H-3), 6.82 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-8), 6.43 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-6), 5.06 (1H, d, $J=7.0$ Hz, H-1''), 3.63-3.24 (6H, m, sugar protons); ¹³C-NMR ($\text{DMSO}-d_6$, 125 MHz) δ : 182.19 (C-4), 164.46 (C-2), 163.15 (C-7), 161.60 (C-5), 161.30 (C-4'), 157.13 (C-9), 128.81 (C-2', C-6'), 121.19 (C-1'), 116.20 (C-3', C-5'), 105.53 (C-10), 103.29 (C-3), 100.08 (C-6), 99.71 (C-1''), 95.03 (C-8), 77.37 (C-5''), 76.63 (C-3''), 73.29 (C-2''), 69.75 (C-4''), 60.79 (C-6''); ESI-MS m/z 431 [$\text{M}-\text{H}$]⁻.

D-Mannitol (6) – White powder; ¹H-NMR ($\text{DMSO}-d_6$, 500 MHz) δ : 4.41 (2H, br s, 2-OH, 4-OH), 4.33 (2H, br s, 1-OH, 6-OH), 4.13 (2H, br s, 3-OH, 5-OH), 3.59 (2H, dd, $J=11.0, 2.0$ Hz, H-1b, H-6b), 3.52 (2H, br d, $J=8.0$ Hz, H-2, H-5), 3.44 (2H, m, H-3, H-4), 3.35 (2H, m, H-1a, H-6a); ¹³C-NMR ($\text{DMSO}-d_6$, 125 MHz) δ : 71.52 (C-2, C-5), 69.87 (C-3, C-4), 64.09 (C-1, C-6); ESI-MS m/z 181 [$\text{M}-\text{H}$]⁻.

결과 및 고찰

화합물 **1**, **4** 및 **6**은 NMR, MS 등의 분광학적 데이터를 문헌⁸⁻¹⁰⁾과 비교한 결과 선행 연구자들이 분리, 보고한⁴⁾ 2-methoxy-2-(4'-hydroxyphenyl)ethanol, luteolin-7-O-glucoside 및 D-mannitol로 구조를 동정하였다. 화합물 **2**는 백색의 분말로 얻었으며, ESI-MS spectrum에서 분자량이 m/z 183 [$\text{M}-\text{H}$]⁻로 나타나고, ¹H-NMR spectrum의 δ 7.03에서 2H 분의 siglet과

δ 3.80에서 나타나는 3H 분의 singlet으로부터 한 개의 methoxyl기의 존재를 확인할 수 있었다. ^{13}C -NMR spectrum의 δ 146.49와 110.04에서 나타나는 두 개의 탄소에 의한 각각의 signal, 그리고 δ 139.75와 121.46에서 나타나는 탄소의 signal 등 모두 6개의 탄소에 의한 peak를 확인할 수 있었으며, δ 169.01에서 ester carbon의 signal이 나타나고, δ 52.25에서 산소를 가지고 있는 탄소, 즉 methoxyl기에 의한 signal을 확인할 수 있었으며, 이로부터 이 화합물은 gallic acid에 methyl기가 치환되어 있는 것으로 추정되어 문헌¹¹⁾과 비교하여 화합물 2를 methyl gallate로 동정하였다. 화합물 3도 백색의 분말로 얻었으며, ESI-MS spectrum의 m/z 367 [M-H]⁻에서 분자량을 확인하였다. ^1H -NMR spectrum의 δ 7.52와 6.21에서 $J=16.0$ Hz의 *trans* olefinic proton들이 나타나고, δ 7.04에서 나타나는 $J=2.0$ Hz의 doublet, δ 6.93에서 나타나는 $J=8.5, 2.0$ Hz의

doublet of doublet, δ 6.78에서 나타나는 $J=8.5$ Hz의 doublet과, ^{13}C -NMR spectrum의 δ 168.29에서 나타나는 carbonyl signal은 이 화합물에는 caffeoyl기가 한 개 치환되어 있음을 보여 주고 있다. 또한 ^{13}C -NMR spectrum의 δ 75.85, 72.61, 72.00, 70.38, 37.96 및 37.85에서 나타나는 signal들과 δ 175.37에서 나타나는 carbonyl signal로부터 quinic acid의 존재를 확인할 수 있었으며, 특히 quinic acid의 carbonyl기가 통상의 경우 δ 180 부근에서 나타나지만 이 화합물의 경우 δ 175.37로 약 5 ppm 고자장으로 이동되어 나타나고, NMR spectrum의 δ_H 3.68에서 3H 분의 singlet, δ_C 52.99에서 나타나는 signal로부터 이 화합물의 quinic acid의 carboxyl기에는 methyl기가 치환되어 있음을 알 수 있었다.^{12,13)} ^1H -NMR, COSY, HSQC, HMBC 등의 결과를 종합해 보면 δ_H 5.28에서 나타나는 $J=7.5, 4.0$ Hz의 triplet of doublets는 H-3의 수

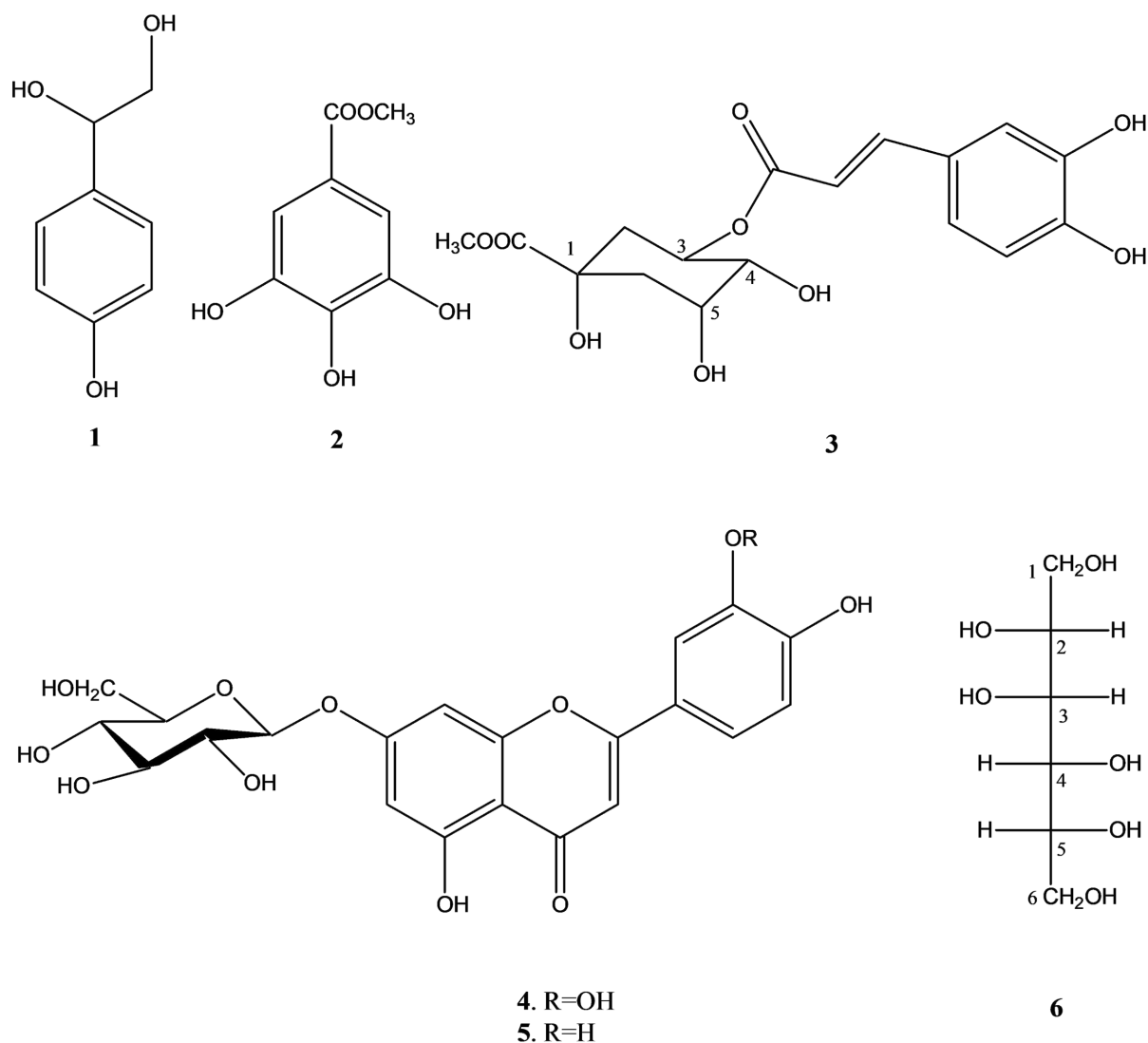


Fig. 1. Structures of compounds 1-6.

소로, 4.14에서 나타나는 $J=3.5$ Hz의 quartets는 H-5의 수소로, 그리고 δ_H 3.73에서 나타나는 $J=8.0, 3.5$ Hz의 doublet of doublets는 H-4의 수소로 결정할 수 있었으며, HMBC spectrum의 δ_H 3.68의 peak와 δ_C 175.37의 peak가 교차되어 나타나므로 quinic acid의 carboxylic acid에 methyl기가 치환되어 있음을 알 수 있었다. 이상의 결과들을 문헌¹⁴⁾과 비교하여 화합물 **3**을 methyl chlorogenate로 동정하였다. 화합물 **5**는 ESI-MS의 m/z 431 [M-H]⁻에서 분자량을 확인할 수 있었고, ¹H-NMR spectrum을 보면 δ 5.06에서 $J=7.0$ Hz로 나타나는 doublet 및 δ 3.63~3.24에서 나타나는 당에 의한 signal들을 제외하면 김 등⁴⁾이 보고한 apigenin임을 알 수 있었으며, 6번과 8번의 수소들이 δ 6.82와 6.43으로 저자장 이동되어 나타나므로, 당은 7번 위치에 결합되어 있음을 알 수 있었다. 이 결과들을 문헌^{15,16)}과 비교하여 화합물 **5**는 apigenin-7-O-glucoside로 동정하였다. 구조가 결정된 화합물들에 대한 활성 연구를 보면 2-methoxy-2-(4'-hydroxyphenyl)ethanol (**1**)은 김 등이 전보⁴⁾에서 발표한 COX-2와 5-LOX의 억제 활성에 관한 것을 제외하고는 찾을 수 없었으며, methyl gallate (**2**)의 활성으로는 항암작용,¹⁷⁾ 발병력 감소 및 항생제 내성 감소¹⁸⁾ 등이 보고 되었으며, Liang 등¹⁹⁾은 Pubmed, Science Direct 및 Google Scholar database 등을 조사하여 이 화합물의 항암, 항염증, 항산화, 신경보호효과, 간장보호 효과 및 항균활성 등에 관한 문헌을 종합 발표하였다. Methyl chlorogenate (**3**)의 활성으로는 xanthine oxidase 억제 활성,²⁰⁾ 신경보호효과,²¹⁾ NF κ B 억제활성²²⁾ 등이 보고되었다. Luteolin-7-O-glucoside (**4**)은 coronavirus 복제 억제활성,²³⁾ 항염증효과,²⁴⁾ 항암작용,²⁵⁾ 신경보호효과,²⁶⁾ intestinal microbiota dysbiosis 개선 효과,²⁷⁾ 항당뇨 효과,²⁸⁾ 등이 보고되었다. Apigenin-7-O-glucoside (**5**)의 활성으로는 구충활성,²⁹⁾ 항균활성,³⁰⁾ xanthine oxidase 억제활성,³¹⁾ 항암활성,³²⁾ Alzheimer's disease에서 Tau 인산화에 관한 활성,³³⁾ 등이 보고 되었다.

결 론

섬바디(*D. takesimana*)의 잎으로부터 성분을 분리하고 그 성분상을 밝혀 자원으로서의 가능성을 알아보기 위하여 연구에 착수하고 *n*-BuOH 분획으로부터 각종 크로마토그래피를 실시하여 5종의 화합물을 분리하고 NMR, MS 등의 분광학적 분석을 통하여 분리된 화합물들의 구조를 2-methoxy-2-(4'-hydroxyphenyl)ethanol (**1**), methyl gallate (**2**), methyl chlorogenate (**3**), luteolin-7-O-glucoside (**4**), apigenin-7-O-glucoside (**5**) 및 D-mannitol (**6**)로 동정하였다. 이들 화합물 중 methyl gallate (**2**), methyl chlorogenate (**3**) 및 apigenin-7-O-glucoside (**5**)는 이 식물에서는 처음으로 분리된 것이었다. 이 결과로부터 섬바디 잎은 자원으로도 사용할 가치가 충분하다고 생각된다.

사 사

이 연구에 사용한 핵자기공명분광기는 강원대학교 항암혁신신약개발 핵심연구지원센터(CFICDD)의 기술적 지원으로 수행되었음.

인용문헌

1. 한국식물지편집위원회 (2018) 한국속식물지, 991, 홍릉출판사, 서울.
2. 이춘녕, 안학수, 박수현 (1997) 한국농식물자원명감, 154, 일조각, 서울.
3. Kim, B. H., Kwon, Y. and Kim, C. M. (1993) A study on the chemical components from the root of *Dystaenia takeshimana*. *Kor. J. Pharmacogn.* **24**: 296-298.
4. Kim, J. S., Kim, J. C., Shim, S. H., Lee, E. J., Jin, W., Bae, K., Son, K. H., Kim, H. P., Kang, S. S. and Chang, H. W. (2006) Chemical constituents of the root of *Dystaenia takeshimana* and their anti-inflammatory activity. *Arch. Pharm. Res.* **29**: 617-623.
5. Lee, J. Y., Yoo, D. H., Joo, D. H. and Chae, J. W. (2016) Inhibitory efficacy of *Dystaenia takeshimana* extract on iNOS, COX-2 protein and mRNA expression in Raw 264.7 cell. *Microbiol. Biotechnol. Lett.* **44**: 571-576.
6. Oh, J. A., Shin, D. H. and Baek, N. I. (1999) Isolation and identification of growth inhibition substance on *L. monocytogenes* from *Dystaenia takeshimana* Kitagawa. *Korean J. Food Sci. Technol.* **31**: 984-993.
7. Cho, C. Y., Kim, M. J. and Kwon, Y. (2025) Chemical constituents of *Dystaenia takeshimana*. *Korean J. Pharmacogn.* **56**: 67-71.
8. Woo, K. W. and Lee, K. R. (2013) Phytochemical constituents of *Allium victorialis* var. *platyphyllum*. *Nat. Prod. Sci.* **19**: 221-226.
9. Lin, L. C., Pai, Y. F. and Tsai, T. H. (2015) Isolation of luteolin and luteolin-7-O-glucoside from *Dendranthema morifolium* Ramat Tzvel and their pharmacokinetics in rat. *J. Agric. Food Chem.* **63**: 7700-7706.
10. Lee, E. J., Lee, J. Y., Kim, J. S. and Kang, S. S. (2010) Phytochemical studies on *Lonicerae Flos* (1)-Isolation of iridoid glycosides and other constituents. *Nat. Prod. Sci.* **16**: 32-38.
11. Khang, D. T., Quy, T. N., Dam, N. P., Tuan, N. T., Men, T. T., Ay, N. V. and Thuy, N. P. (2023) Isolation and purification of potential weed inhibitors from *Mimosa pigra* L. *Heliyon* **9**: e18205.
12. Satake, T., Kamiya, K., An, Y., Oisishi, T. and Yamamoto, J. (2007) The anti-thrombotic active constituents from *Centella asiatica*. *Biol. Pharm. Bull.* **30**: 935-940.
13. Basnet, P., Matsushige, K., Hase, K., Kadota, S. and Namba, T. (1996) Potent antihepatotoxic activity of dicaffeoyl quinic acids from propolis. *Biol. Pharm. Bull.* **19**: 655-657.

14. Ouyang, M. A., Zhou, J. N. and Wang, X. B. (2008) New caffeoyl derivatives from the leaves of *Davidia involucrata*. *Nat. Prod. Res.* **22**: 471-476.
15. Seo, Y. J., Kil, H. W., Rho, T. and Yoon, K. D. (2020) A new coumestan glucoside *Eclipta prostrata*. *Nat. Prod. Sci.* **26**: 289-294.
16. Kim, C. W. and Choi, B. J. (1995) Studies on the constituents of *Impatiens textori* (II). *Kor. J. Pharmacogn.* **26**: 8-12.
17. Choi, J., Choi, J. Y., Jang, H., Jang, Y. J., Song, J., Kim, G. M. and Seol, J. W. (2024) Methyl gallate suppresses canine mammary gland tumors by inducing apoptosis and anti-angiogenesis. *Anticancer Res.* **44**: 4317-4326.
18. Flores-Maldonado, O., Lezcano-Domínguez, C. I., Dávila-Aviña, J., González, G. M. and Ríos-López, A. L. (2024) Methyl gallate attenuates virulence and decreases antibiotic resistance in extensively drug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*. *Microb. Pathog.* **194**: 106830.
19. Liang, H., Huang, Q., Zou, L., Wei, P., Lu, J. and Zhang, Y. (2023) Methyl gallate: Review of pharmacological activity. *Pharmacol. Res.* **194**: 106849.
20. Li, K., Xu, R., Kuang, M., Ma, W. and Li, N. (2024) Bioassay-guided isolation and identification of xanthine oxidase inhibitory constituents from the fruits of *Chaenomeles speciosa* (Sweet) Nakai. *Molecules* **29**: 4468.
21. Mira, A., Yamashita, S., Katakura, Y. and Shimizu, K. (2015) In vitro neuroprotective activities of compounds from *Angelica shikokiana* Makino. *Molecules* **16**: 4813-4832.
22. Kwon, H. J., Kang, M. J., Kim, H. J., Choi, J. S., Paik, K. J. and Chung, H. Y. (2000) Inhibition of NFkappaB by methyl chlorogenate from *Eriobotrya japonica*. *Mol. Cells* **10**: 241-246.
23. Lee, S., Kim, J. H., Kim, C., Jung, W., Park, J. and Park, J. (2025) Luteolin-7-O-glucoside from *Elsholtzia ciliata* extract inhibits the replication of coronavirus. *PLoS One* **20**: e0325371.
24. De Stefano A, Caporali S, Di Daniele N, Rovella V, Cardillo C, Schinzari F, Minieri M, Pieri M, Candi E, Bernardini S, Tesaro M, Terrinoni A. (2021) Anti-inflammatory and proliferative properties of luteolin-7-O-glucoside. *Int. J. Mol. Sci.* **22**: 1321.
25. Velmurugan, B. K., Lin, J. T., Mahalakshmi, B., Chuang, Y. C., Lin, C. C., Lo, Y. S., Hsieh, M. J. and Chen, M. K. (2020) Luteolin-7-O-glucoside inhibits oral cancer Cell migration and invasion by regulating matrix metalloproteinase-2 expression and extracellular signal-regulated kinase pathway. *Bio-molecules* **10**: 502.
26. Rehfeldt, S. C. H., Silva, J., Alves, C., Pinteus, S., Pedrosa, R., Laufer, S., Goettert, M. I. (2022) Neuroprotective effect of luteolin-7-O-glucoside against 6-OHDA-induced damage in undifferentiated and RA-differentiated SH-SY5Y cells. *Int. J. Mol. Sci.* **23**: 2914.
27. Wu, Z., Gou, R., Sha, L., Yu, C., Meng, L. and Jin, Z. (2023) Effects of luteolin-7-O-glucoside on intestinal microbiota dysbiosis and drug resistance transmission caused by *Raoultella ornithinolytica* B1645-1: Modulating the composition of intestinal microbiota and promoting the transfer of blaNDM-1 gene from genus *Enterococcus* to *Lactobacillus* in mice. *Microorganisms* **11**: 2477.
28. Zang, Y., Igarashi, K. and Li, Y. (2016) Anti-diabetic effects of luteolin and luteolin-7-O-glucoside on KK-A(y) mice. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **80**: 1580-1586.
29. Abugri, D. A. and Witola, W. H. (2020) Interaction of apigenin-7-O-glucoside with pyrimethamine against *Toxoplasma gondii* growth. *J. Parasit. Dis.* **44**: 221-229.
30. Pei, Z. J., Li, C., Dai, W., Lou, Z., Sun, X., Wang, H., Khan, A. A. and Wan, C. (2023) The anti-biofilm activity and mechanism of apigenin-7-O-glucoside against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Infect. Drug Resist.* **16**: 2129-2140.
31. Zhang, Y., Li, Y., Li, C., Zhao, Y., Xu, L., Ma, S., Lin, F., Xie, Y., An, J. and Wang, S. (2023) Paeonia × suffruticosa Andrews leaf extract and its main component apigenin 7-O-glucoside ameliorate hyperuricemia by inhibiting xanthine oxidase activity and regulating renal urate transporters. *Phytomedicine* **118**: 154957.
32. Goodarzi, S., Tabatabaei, M. J., Mohammad Jafari R., Shemirani, F., Tavakoli, S., Mofasseri, M. and Tofighi, Z. (2020) *Cuminum cyminum* fruits as source of luteolin-7-O-glucoside, potent cytotoxic flavonoid against breast cancer cell lines. *Nat. Prod. Res.* **34**: 1602-1606.
33. Prabha, S., Choudhury, A., Jawaid, T., Saeed, M. U., Thakur, S. C. and Hassan, M. I. (2025) Multi-targeted approach via apigenin-7-O-glucoside for therapeutic intervention of Tau phosphorylating kinases in Alzheimer's disease. *3 Biotech* **15**: 252.

(2026. 3. 30 접수; 2026. 5. 19 심사; 2026. 6. 9 게재확정)