

산마늘(*Allium victorialis*)의 추출성분

이학주^{1*} · 이상극¹ · 최윤정² · 조현진¹ · 강하영¹ · 이성숙¹ · 최돈하¹

¹국립산림과학원 화학미생물과, ²충북대학교 산림과학부

Extractives from the *Allium victorialis*

Hak-Ju Lee^{1*}, Sang-Keug Lee¹, Yun-Jeong Choi², Hyun-Jin Jo¹,
Ha-Young Kang¹, Sung-Suk Lee¹ and Don-Ha Choi¹

¹Div. Wood Chemistry & Microbiology, Korea Forest Research Institute, Seoul 130-712, Korea

²School of Forest Resources, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

요 약: 산마늘(*Allium victorialis* var. *platyphyllum*)을 채취하여 건조시킨 후 분쇄하여 1.5 kg을 acetone-H₂O (7:3, v/v)로 추출하고 hexan, 메틸렌클로라이드, 에틸아세테이트, 부탄올 및 물 가용부로 분획하여 동결건조하였다. 에틸아세테이트 가용부를 Sephadex LH-20 및 silica gel로 충전한 칼럼에서 다양한 용출용매로 사용하여 칼럼크로마토그래피를 실시하였다. 단리된 화합물들은 박층크로마토그래피(TLC)로 확인한 후 ¹H-, ¹³C-NMR, HMBC 등의 스펙트럼을 사용하여 정확한 구조를 구명하였고 EI-MS로써 분자량을 측정하였다. 산마늘의 에틸아세테이트 가용부에는 astragalin (화합물 1), kaempferol (화합물 2), quercetin (화합물 3), ferulic acid (화합물 4)가 분리되었다.

Abstract: *Allium victorialis* var. *platyphyllum* were ground, extracted with 95% EtOH, concentrated, and fractionated with a series of *n*-hexane, methylene chloride, ethyl acetate, butanol and water on a separatory funnel. A portion of ethyl acetate soluble fraction was chromatographed on a Sephadex LH-20 and silica gel column using various solvent system as eluents. The isolated compounds were identified by TLC, ¹H-, ¹³C-NMR, HMBC and EI-MS. Astragalin (compound 1), kaempferol (compound 2), quercetin (compound 3), ferulic acid (compound 4) were isolated from the ethyl acetate soluble fraction of *A. victorialis*.

Key words : *Allium victorialis*, astragalin, kaempferol, quercetin, ferulic acid

서 론

산마늘(*Allium victorialis* var. *platyphyllum*)은 백합과(Liliaceas)에 속하는 다년생 초본식물로서 우리나라를 비롯하여 중국과 일본 등지에 분포하고 있으며, 우리나라에서는 주로 지리산, 설악산 및 울릉도의 숲속이나 북부지방 고산지대에서 많이 자라고 있다. 인경(鱗莖)은 길이 4~7 cm이고 피침형(披針形)이며 약간 굽고 외피(外皮)는 그물 같은 섬유로 덮여 있으며 갈색이 돈다. 잎은 넓고 2~3 개씩 달리며 길이 20~30 cm, 너비 3~10 cm로서 타원형 또는 좁은 타원형이고 양끝이 좁으며 가장자리가 밋밋하고 약간 흰빛을 띤 녹색이며 윤채(潤彩)가 없다. 꽃은 백색 또는 황색으로 5~7월에 피며 높이 40~70 cm의 화경(花莖)이 나와 그 끝에 산형화서(傘形花序)가 달린다. 삭과(果)는 3개의 심피(心皮)로 된 도심장형(倒心臟形)이고

끝이 오그라들며 종자는 흑색이다. 인경과 더불어 연한 부분을 주로 식용으로 이용하였으며 울릉도에서는 사람의 생명을 잇는 식물이라 하여 “명(命)”이라고 부르기도 한다(이창복, 1985).

산마늘은 예로부터 강장 및 생리 장애 완화효과와 해독 작용이 있는 것으로 전해져 왔으며 특히, 최종원 등(2005)은 독특한 맛과 향기, 무기성분, 비타민 등이 풍부하여 최근 수요가 늘고 있으며 우수한 활성물질을 함유하고 있다는 결과가 밝혀짐에 따라 기능성 식품과 의약품료로서 주목된다고 보고하였다. 임 등(1996)은 산마늘의 인경(鱗莖)으로부터 flavonoid와 furostanol glycoside 화합물을 단리하여 구조를 보고하였으며 Andersen 과 Fossen (1995)은 산마늘의 줄기로부터 아실레이션 패턴을 가지고 있는 두 개의 새로운 안토시아닌 화합물을 분리하여 보고하였다. 이성숙 등(2004)은 산마늘로부터 단리한 kaempferol과 quercetin에서 콜레스테롤 저하 활성이 있다고 보고한 바 있으며 함승시 등(2004)은 산마늘 추출물에서 항돌연변이

*Corresponding author
E-mail: hakju99@hanmail.net

원성 및 세포독성에 대한 생리활성 효과가 있다고 보고하였다. 또한, 정진철 등(2005)은 야생 산마늘의 식품적 가치와 수확 후 생리적 특성을 조사하여 기능성 채소로서의 개발 가능성을 검토하여 보고하였으며 이인경(1998)등은 유칼리나무의 수피에서 7 개의 플라보노이드 화합물을 분리하여 과산화지질억제 효능을 측정하여 높은 항산화 효능이 있음을 보고한 바 있다. 그러나 아직 산마늘 추출물의 성분 분석에 대한 연구는 많이 이루어지지 않은 실정이다. 따라서 본 연구는 이러한 산마늘의 약리 작용을 과학적으로 구명하고 추출성분들의 효율적 이용을 위하여 먼저 추출성분을 분리 정제하고 화학구조를 결정하여 약리적 및 기능적으로 응용하기 위한 기초 자료를 얻기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

2000년 4월에 울릉도에서 채취한 산마늘(전초)을 실험실에서 음건시킨 후 분쇄기로 분쇄하여 추출용 시료로 사용하였다.

2. 추출 및 분획

산마늘(전초)의 95% 에탄올(EtOH) 조추출물은 *n*-hexane, dichloromethane (CH₂Cl₂), ethyl acetate (EtOAc) 및 butanol (BuOH)용매를 순차적으로 사용하여 분획하였다. 그 가운데 EtOAc 가용부(1.75 g)를 취하여 sephadex LH-20을 사용한 column chromatography (5.0×68 cm, 용출용매 MeOH) 방법을 이용하여 15 mL씩 용출시켜 170개의 분취물을 얻었다. 각 분취물은 박층크로마토그래피(Thin Layer Chromatography; silica gel 60 F254, 전개용매 acetone-EtOAc-H₂O (10:10:1, v/v/v)를 실시한 후 UV(254, 365 nm), 50% H₂SO₄로 검색하여 8개의 분획물(EA-1~EA-8)로 나누었다.

3. 기기분석

단리한 화합물의 질량(MS) 스펙트럼은 JEOL JMS-600W, 핵자기공명(NMR) 스펙트럼은 한국기초과학지원연구원 서울분소의 Varian UI 500을 이용하여 측정하였다.

4. 성분의 단리

1) 화합물 1 (astragalin)

산마늘의 EtOAc 가용부의 EA-6 분획물(918 mg)을 silica gel column chromatography (3.0×62.0 cm, 용출용매 CHCl₃-MeOH 8:1, v/v, 용출량 13 mL)를 실시하여 154개의 시험관에 분취하였다. 각 분취물은 UV로 검색하여 4개의 분획물(EA-6-1~EA-6-4)로 나누었으며 그 가운데

EA-6-2의 분획물(70 mg)을 preparative TLC (acetone-EtOAc-H₂O = 10:10:1, EtOAc-MeOH-H₂O = 6:2:3, v/v/v)를 사용하여 화합물 1 (20 mg)을 단리 하였다.

EI-MS *m/z* : 286(M⁺, base ion), 258, 229, 184, 143, 121. ¹H-NMR (500 MHz, methanol-*d*₄): δ 3.18 (1H, *m*, H-5"), 3.33 (1H, *m*, H-4"), 3.40 (1H, *t*, *J*=8.6 Hz, H-3"), 3.44 (1H, *t*, *J*=8.6 Hz, H-2"), 3.53 (1H, *dd*, *J*=3.9, 11.9 Hz, H-6"), 3.66 (1H, *dd*, *J*=3.9, 11.9 Hz, H-6"), 5.07 (1H, *d*, *J*=7.5 Hz, H-1"), 6.06 (1H, *d*, *J*=2.0 Hz, H-6), 6.21 (1H, *d*, *J*=2.0 Hz, H-8), 6.86 (2H, *d*, *J*=7.0 Hz, H-3',5'), 8.02 (2H, *d*, *J*=7.0 Hz, H-2',6'). ¹³C-NMR (125 MHz, methanol-*d*₄): δ 62.62 (C-6"), 71.31 (C-4"), 75.71 (C-2"), 78.14 (C-3"), 78.33 (C-5"), 96.51 (C-8), 102.37 (C-6), 103.60 (C-10), 104.96 (C-1"), 116.20 (C-3',5'), 122.82 (C-1'), 132.16 (C-2',6'), 135.28 (C-3), 158.22 (C-2), 159.09 (C-9), 161.88 (C-4', C-5), 162.64 (C-7), 178.63 (C-4). HMBC correlation : H-6→C-7/C-8/C-10, H-8→C-6/C-9/C-10, H-2'/6'→C-2'/C-2'/C-4'/C-6', H-3'/5'→C-1'/C-3'/C-4'/C-5', H-1"→C-3, H-2"→C-1"/C-3", H-3"→C-2"/C-4", H-4"→C-2"/C-3"/C-5".

2) 화합물 2 (kaempferol)

산마늘 CH₂Cl₂ 가용부(17.69 g)를 취하여 sephadex LH-20 column chromatography (6.5×107 cm, 용출용매 MeOH, 용출량 25 mL)를 실시하여 100개의 시험관에 분취하였다. 각 분취물은 확인 용매(toluene-ethyl formate-formic acid = 5:4:1, v/v/v)로 TLC상에 전개시킨 후 UV로 검색하여 7개의 분획물(DC-1~DC-7)로 나누었다. 그 가운데 DC-7 분획물을 Sephadex LH-20 column chromatography (3.5×7.5 cm, 용출용매 EtOH-MeOH = 7:3, v/v, 용출량 3 mL)를 통해 180개의 분취물을 얻었으며 UV검색에 의해 4개의 분획물(DC-7-1~DC-7-4)로 나누었다. 그 중 DC-7-3 분획물로부터 화합물 2 (20 mg)를 분리하였다.

EI-MS *m/z* : 302 (M⁺, base ion), 285, 273, 245, 229, 153, 137, 109. ¹H-NMR (500 MHz, methanol-*d*₄): δ 6.17 (1H, *d*, *J*=2.0 Hz, H-6), 6.38 (1H, *d*, *J*=2.0 Hz, H-8), 6.88 (1H, *d*, *J*=8.5 Hz, H-5'), 7.62 (1H, *dd*, *J*=2.0, 8.5 Hz, H-6'), 7.73 (1H, *d*, *J*=2.0 Hz, H-2'). ¹³C-NMR (125 MHz, methanol-*d*₄): δ 94.45 (C-8), 99.28 (C-6), 104.52 (C-10), 116.02 (C-2'), 116.25 (CH-5'), 121.70 (C-6'), 124.17 (C-1'), 137.23 (C-3), 146.23 (C-3'), 148.02 (C-2), 148.78 (C-4'), 158.25 (C-9), 162.51 (C-5), 165.64 (C-7), 177.34 (C-4). HMBC correlation : H-6→C-5/C-7/C-8/C-10, H-8→C-6/C-7/C-9/C-10, H-2'→C-1'/C-3'/C-6', H-5'→C-1'/C-3'/C-4', H-6'→C-2'/C-4.

3) 화합물 3 (quercetin)

산마늘 CH_2Cl_2 가용부의 D-5 분획물로부터 화합물 3 (113 mg)을 단리 하였다.

EI-MS m/z : 286 (M^+ , base ion), 258, 229, 184, 153, 121, 93, 69. $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, methanol- d_4): δ 6.17 (1H, d , $J=2.0$ Hz, H-6), 6.38 (1H, d , $J=2.0$ Hz, H-8), 6.89 (2H, dd , $J=2.0, 6.7$ Hz, H-3', 5'), 8.07 (2H, dd , $J=2.0, 6.7$ Hz, H-2', 6'). $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, methanol- d_4): δ 94.54 (C-8), 99.37 (C-6), 104.49 (C-10), 116.32 (C-3',5'), 123.76 (C-1'), 130.69 (C-2',6'), 137.12 (C-3), 148.01 (C-2), 158.28 (C-9), 160.55 (C-4'), 162.50 (C-5), 165.83 (C-7), 177.34 (C-4). HMBC correlation: H-6 \rightarrow C-5/C-7/C-8/C-10, H-8 \rightarrow C-6/C-7/C-9/C-10, H-3'/5' \rightarrow C-1'/C-2'/C-3'/C-4'/C-5'/C-6' C-2'/6' \rightarrow C-2/C-3'/C-4'/C-5'/C-2'/C-6'.

4) 화합물 4 (ferulic acid)

산마늘 CH_2Cl_2 가용부의 DC-7 분획물(1.54 g)로부터 sephadex LH-20 column chromatography (4.0 \times 64 cm, 용출용매 EtOH-MeOH = 7 : 3, v/v, 용출량 25 mL)를 이용하여 180개의 분획물을 얻었으며 UV검색에 의해 4개의 분획물(DC-4-1~DC-4-3)로 나눈 후, DC-4-2의 분획물(1.07 g)을 취하여 silica gel column chromatography (3.5 \times 63.0 cm, 용출용매 CHCl_3 -MeOH = 30 : 1, v/v, 용출량 7.5 mL)를 실시하여 5개의 분획물(DC-4-2-1~DC-4-2-5)로 나누었다. 그 가운데 DC-4-2-4 분획물 (105 mg)을 취하여 CHCl_3 :MeOH (25:1, v/v)를 용출용매로 한 silica gel column chromatography(2.5 \times 57 cm)를 이용하여 1.5 mL 씩 용출시켜 분취 후, 6개의 분획물(DC-4-2-4-1~DC-4-2-4-6)로 나누었다. 그 가운데 DC-4-2-4-2 분획물로부터 화

합물 4 (8.5 mg)를 단리 하였다.

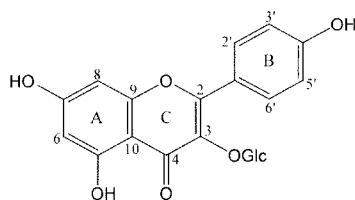
EI-MS m/z : 194 (M^+ , base ion), 133, 105. $^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, methanol- d_4): δ 3.89 (3H, s , OCH_3), 6.30 (1H, d , $J=16.0$ Hz, H-8), 6.81 (1H, d , $J=8.0$ Hz, H-5), 7.06 (1H, dd , $J=2.0, 8.0$ Hz, H-6), 7.17 (1H, d , $J=2.0$ Hz, H-2), 7.59 (1H, d , $J=16.0$ Hz, H-7), 8.52 (1H, s , OH). $^{13}\text{C-NMR}$ (125 MHz, methanol- d_4): δ 111.69 (C-2), 116.10 (C-8), 116.48 (C-5), 123.98 (C-6), 127.85 (C-1), 146.81 (C-7), 149.39 (C-3), 150.49 (C-4), 171.14 (C-9). HMBC correlation: H-8 \rightarrow C-9/C-1, H-7 \rightarrow C-9/C-8/C-2/C-6, H-2 \rightarrow C-7/C-4/C-6, H-5 \rightarrow C-1/C-3/C-4, H-6 \rightarrow C-7/C-2/C-4, OCH_3 \rightarrow C-3.

결과 및 고찰

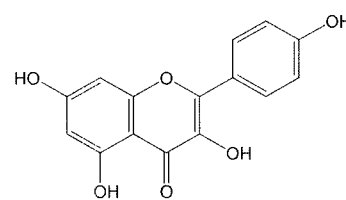
1. 화합물 1 (astragalin)

화합물 1의 $^1\text{H-NMR}$ 스펙트럼에서 aromatic field의 δ 6.06와 δ 6.21에서 phloroglucinol A환의 H-6 및 H-8의 전형적인 *meta* coupling ($J=2.0$ Hz)이 관찰되었고, δ 6.86 (2H, d , $J=7.0$ Hz), δ 8.02 (2H, d , $J=7.0$ Hz)에서 B환의 H-2', H-3', H-5', H-6'의 AA'BB' type이 관찰되어, aglycone은 kaempferol로 예측 할 수 있었다. 또한 aliphatic signal이 δ 3.18~ δ 3.66에서 관찰되었다. 또한 glucose의 1번 anomeric center의 입체배위는 δ 5.07에서 나타나는 anomeric proton의 coupling constant가 7.5 Hz 인 것으로 입체적으로 aglycone과 β 결합하고 있음을 알 수 있었다(Harborne, 1994).

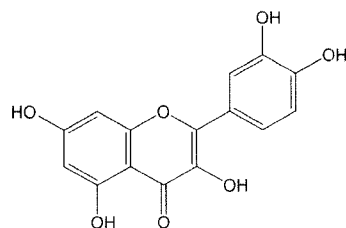
$^{13}\text{C-NMR}$ 스펙트럼에서 총 19개의 carbon signal이 관찰 되었으며 132.16 ppm과 116.20 ppm에서 B환의 C-2',6'와 C-3',5'가 서로 대칭인 구조로 하나의 signal로 나타났다.



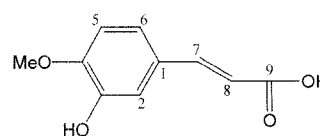
Astragalin (1)



Kaempferol (2)



Quercetin (3)



Ferulic acid (4)

Figure 1. Compounds isolated from aerial parts of *Allium victorialis*.

이것은 Harborne (1994), Bilia 등(1993)이 보고한 페놀 type의 B환의 data와 동일한 값을 나타내었다. 104.96 ppm에서 anomeric carbon이 나타나며 62.62 ppm, 71.31 ppm, 75.71 ppm, 78.14 ppm, 78.33 ppm의 signal은 glucose의 전형적인 값을 보여주고 있다. 따라서 kaempferol과 glucose에서 기인하는 carbon signal임을 확인 할 수 있었다(Wind 등, 1998). 또한, ^{13}C -NMR 스펙트럼에서 화합물 III인 kaempferol과 비교하면 C-3이 2.03 ppm upfield되었으며 C-2는 10.68 ppm downfield되어 glucose가 C-3에 치환된 것을 알 수 있었다. Harborn과 Marbry (1982)는 flavonol의 C-3 위치에 당이 결합하면 C-3 signal은 약 2 ppm 정도 upfield되고 C-2 signal은 약 9.2 ppm 정도 downfield되어 나타난다고 보고한 바 있으며 화합물 3도 이러한 결과와 동일한 값을 나타내었다. EI-MS 스펙트럼에서 분자량 $[\text{M}]^+ m/z$ 286은 glucose의 분자량을 제외한 이 화합물의 aglycone인 kaempferol의 분자량과 일치하였으며 이상의 결과, 화합물 1은 kaempferol-3-O- β -D-glucopyranoside인 astragalol인 것으로 구명하였다.

2. 화합물 2 (quercetin)

화합물 2의 ^1H -NMR 스펙트럼에서 aromatic field의 signal이 관찰되는 영역인 δ 6.17 (1H, *d*, $J=2.0$ Hz) 및 δ 6.38 (1H, *d*, $J=2.0$ Hz)에서 phloroglucinol A환의 H-6과 H-8의 전형적인 *meta* coupling 하는 proton signal이 관찰되었으며 δ 7.73 (1H, *d*, $J=2.2$ Hz), δ 6.88 (1H, *d*, $J=8.5$ Hz), δ 7.63 (1H, *d*, $J=2.2, 8.5$ Hz)에서 B환의 H-2', H-5', H-6'에 기인하는 signal로 H-5'는 이웃한 proton과 *meta*와 *ortho* coupling을 H-6'은 *ortho* coupling, H-2'는 *meta* coupling 하고 있음을 결합정수(J)로 확인하였다. 이러한 결과로 B환의 구조가 ABX system 구조를 갖고 있는 catechol 구조임을 확인 할 수 있었다.

또한, C환과 관련된 proton의 signal은 관찰되지 않아 flavonol계열 화합물로 추정할 수 있었으며 ^{13}C -NMR 스펙트럼 상에서 136.06 ppm과 146.81 ppm의 signal은 각각 C-3과 C-2로 flavonol 화합물의 특징이다. 147.59 ppm과 145.04 ppm은 B환의 C-4'와 C-3'로 hydroxyl group이 결합되어 있는 catechol 구조임을 알 수 있다. A환의 C-8과 C-6은 각각 93.22 ppm과 98.05 ppm에서 나타나며, hydroxyl group이 결합된 C-5, C-7과 C-9는 각각 161.33 ppm, 164.39 ppm과 157.05 ppm에서 나타남으로써 전형적인 phloroglucinol A환으로 구성되어 있음을 알 수 있다.

이상의 결과와 문헌(Lee 등, 1997; Chang 등, 2000)을 비교하여 화합물 2는 3,3',4',5,7-pentahydroxyflavone인 quercetin으로 구조를 규명하였으며 EI-MS 스펙트럼에서 $[\text{M}]^+ m/z$ 302는 이 화합물의 분자량과 일치하였다. 이상의 결과, 화합물 2는 3, 3', 4', 5, 7-pentahydroxyflavone인

quercetin으로 동정하였다.

3. 화합물 3 (kaempferol)

화합물 3의 ^1H -NMR 스펙트럼에서 δ 6.17과 δ 6.37에서 나타난 두 개의 doublet signal은 H-8과 H-6을 나타내며 J 값이 1.9 Hz로서 두 수소가 *meta* coupling을 하고 있는 phloroglucinol형의 전형적인 A환의 특징을 보여주고 있다. 또한, δ 8.06과 δ 6.89에서 나타난 두 개의 doublet은 H-2', 6'와 H-3', 5'로 수소 2개분의 적분 값을 보여주어 B환은 phenol type임을 알 수 있었다.

^{13}C -NMR 스펙트럼 상에서 hydroxyl group이 치환된 A환의 C-5와 C-7은 각각 162.87 ppm과 165.93 ppm에서 나타났고 C-2', C-6'와 C-3', C-5'는 각각 131.08 ppm과 116.70 ppm에서 하나의 signal로 나타났는데 이것은 두 carbon이 서로 대칭인 구조를 갖고 있음을 보여준다. 177.73 ppm에서 나타난 signal은 flavonol 화합물의 가장 큰 특징으로 C-4에 carbonyl group이 치환된 구조를 갖고 있음을 나타낸다(Agrawal, 1989; Harborne과 Mabry, 1982).

이상의 결과로 이 화합물은 flavonol 화합물인 kaempferol로 구조를 규명하였으며 EI-MS 스펙트럼에서 분자량 286은 이 화합물의 분자량과 일치하였다. 이상의 결과로 화합물 3은 3,4',5,7-tetrahydroxyflavone인 kaempferol로 동정하였다.

4. 화합물 4 (ferulic acid)

화합물 4의 ^1H -NMR 스펙트럼에서 δ 7.59과 δ 6.30의 doublet signal은 $J=16.0$ Hz로서 이중결합에 *trans* 형태로 수소들이 결합되어 있음을 알 수 있으며 cinnamic acid의 H-7과 H-8의 이중결합 signal임을 알 수 있다(Mere 등, 1973). δ 7.17에 나타난 doublet signal은 $J=2.0$ Hz로서 H-2의 signal이며 H-6과 *meta* coupling되었고, δ 7.06의 double doublet 피크들은 $J=2.0$ Hz와 8.0 Hz로서 H-6이 H-5, H-2와 각각 *ortho*, *meta* coupling되었음을 나타내며 δ 6.81의 doublet signal은 $J=8.0$ Hz로서 H-5의 signal이 H-6과 *meta* coupling하고 있음을 나타낸다. Katagiri 등 (1997)은 *Lupinus luteus*의 뿌리에서 caffeic acid 페놀환의 3번 위치에 수산기 대신 methoxyl기가 치환된 ferulic acid esters를 분리 하여 보고한 바 있다.

^{13}C -NMR 스펙트럼에서 171.14 ppm의 signal은 C-9의 ketone기의 피크로서 전형적인 cinnamic acid의 이중결합을 보여주는 C-7과 C-8의 signal은 146.81 ppm과 116.10 ppm에서 나타나고 있다. 116.48 ppm의 signal은 C-5를 나타내는 것으로서 인접한 탄소에 결합된 수산기 때문에 upfield되었으며 111.69 ppm의 signal은 C-2를 나타내는 것으로 C-3에 수산기가 있을 경우에는 C-5와 비슷한 값을

보이지만 수산기 대신에 methoxyl기가 치환되어 있기 때문에 4 ppm 정도 upfield되어 나타나고 있다. C-6의 signal은 123.98 ppm에서, C-1의 signal은 127.85 ppm에서 나타나고 있으며 C-4의 signal은 수산기의 영향으로 downfield되어 150.49 ppm에서 나타나고 C-3은 methoxyl기의 영향으로 2 ppm 정도 downfield되어 149.39 ppm에서 나타나고 있다. Gentry 등(1998)은 hycandinic acid esters-1의 C-5는 114.70 ppm, C-2는 109.40 ppm으로 5 ppm 정도 upfield되어 나타나고, C-3은 146.80 ppm, C-4는 148.10 ppm으로서 1 ppm 정도 차이를 보인다고 하였다. 그러므로 C-3의 수산기가 methoxyl기로 치환되었음을 알 수 있다. EI-MS 스펙트럼에서 $[M]^+$ m/z 194는 이 화합물의 분자량과 일치하였으며 이상의 결과로 화합물 4는 ferulic acid로 구조를 규명하였다.

결 론

산마늘의 95% EtOH 추출물로부터 4 개의 화합물을 분리 하였으며 NMR 및 mass 스펙트럼을 분석하여 화학구조를 규명하였다. 분리된 화합물은 flavonol 배당체인 astragalinalin (kaempferol-3-O- β -D-glucopyranoside)과 flavonol 화합물인 quercetin (3, 3', 4', 5, 7-pentahydroxyflavone), kaempferol (3, 4', 5, 7-tetrahydroxyflavone), 그리고 caffeic acid의 C-3 위치에 OH 대신 OCH₃가 치환된 ferulic acid였다.

인용문헌

1. 박희준, 김원배, 유기억, 정원태. 1998. 산마늘의 고소득 작물화를 위한 기능성 물질 분석. *J. Plant. Res.* 11(1): 51-60.
2. 이성숙, 문서현, 이학주, 최돈하, 조명행. 2004. 산마늘로부터 분리한 kaempferol과 quercetin의 콜레스테롤 저하 활성. *목재공학.* 32(1): 17-27.
3. 이인경, 윤봉식, 김종평, 정성현, 심규섭, 유익동. 1998. 유칼리나무의 수피로부터 분리한 항산화활성 물질. *생약학회지.* 29(3): 163-168.
4. 이창복, 1985. 대한식물도감. 향문사. pp. 302.
5. 임상철, 박희준, 윤세영, 이명선, 김원배, 정원태. 1996. 산마늘의 鱗莖으로부터 분리한 Flavonoid와 Furostanol Glycoside의 구조. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37(5): 675-679.
6. 정진철, 옥현충, 허은숙, 김충국, 김승열, 김원배. 2005. 산마늘의 식품 성분과 수확 후 생리적 특성. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 23(2): 164-169.
7. 최종원, 이경태, 김원배, 박광균, 정원윤, 이진하, 임상철, 정현주, 박희준. 2005. 식이성 고지혈 및 비만에 대한 산마늘 추출물의 효과. *생약학회지.* 36(2): 109-115.
8. 함승시, 최승필, 최형택, 이득식. 2004. 산마늘 추출물의 항돌연변이원성 및 세포독성 효과. *한국식품저장유통학회지.* 11(2): 221-226.
9. Agrawal, P.K., 1989. *Carbone-13 NMR of Flavonoids.* Elsevier, New York.
10. Andersen, O.M. and Fossen, T. 1995. Anthocyanins with an Unusual Acylation Pattern from Stem of *Allium victorialis*. *Phytochemistry.* 40(6): 1809-1812.
11. Billa, A.R., Catalano, S. Pistelli, L. and Morelli, I. 1993. Flavonoids from *Pyracantha coccinea* roots. *Phytochemistry.* 33(6): 1449-1452.
12. Chang, Y.C., Chang, F.R and Wu, Y.C. 2000. The constituents of *Lindera glauca*. *J. Chin. Chem. Soc.* 47: 373-380.
13. Gentry, E.J., Jampani, H.B. K-S, A. Morton, M.D. Velde, D.V. Telikepalli, H. and Mitscher, L.A. 1998. Antitubercular Natural Products: Berberine from the roots of commercial *Hydrastis canadensis* powder. Isolation of inactive 8-oxotetrahydrothalifendine, canadine, β -hydrastine, and two new quinic acid esters, hycandinic acid esters-I and -2, *J. Nat. Prod.* 61(10): 1187-1193.
14. Harborne, J.B. 1988. 1994. *The Flavonoids: Advanced in Research.* Chapman & Hall.
15. Harborne, J.B. and Marby, T. J 1982. *The Flavonoids: Advanced in Research.*
16. Katagiri, Y.K., Mizutani, J. and Tahara, S. 1997. Ferulic acid esters of unsaturated higher alcohols from *Lupinus luteus* roots. *Phytochemistry.* 46(2): 347-352.
17. Lee, S.K., Park, W.G. and Bae, Y.S. 1997. Procyanidins from *Lindera obtusiloba* bark. *Mokchaekonhak.* 25(2): 110-116.
18. Mere, D.L., D., P.B. Wilson, M. A. and Rosser, M. J. 1973. *Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions II,* pp. 1480.
19. Wind, O., Christensen, S.B. and Molgaard, P. 1998. Colouring agents in yellow and white flowered *Papaver radicum* in Northern Greenland. *Biochemical Systematics and Ecology.* 26: 771-779.

(2007년 6월 4일 접수; 2007년 6월 22일 채택)