

## 노루궁뎅이 버섯 자실체의 비극성 분획에서 분리된 성분들

이 위<sup>1</sup> · 심상희<sup>2\*</sup> · 김영호<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>한국한의약연구원 한의기술응용센터, <sup>2</sup>덕성여자대학교 약학대학  
<sup>3</sup>충남대학교 약학대학

### Chemical Constituents from Non-polar Fraction of the Fruiting Bodies of *Hericium erinaceum*

Wei Li<sup>1</sup>, Sang Hee Shim<sup>2\*</sup> and Young Ho Kim<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Korean Medicine (KM) Application Center, Korea Institute of Oriental Medicine, Daegu 41062, Korea

<sup>2</sup>College of Pharmacy, Deuksung Women's University, Seoul 01369, Korea

<sup>3</sup>College of Pharmacy, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

**Abstract** – Lion's Mane Mushroom, *Hericium erinaceum*, is a traditional edible mushroom widely used in culinary applications. It has been also used as a medicine in East Asian countries due to its various biological activities. Chemical investigation of fruiting bodies of this mushroom afforded many aromatic compounds, which were mostly isolated from polar fraction of its extracts. Herein we tried to investigate non-polar compounds from the extracts of this mushroom. CHCl<sub>3</sub>-soluble fraction of the extracts was subjected to chemical investigation, which resulted in isolation of four compounds. Their chemical structures were elucidated as ircicerebroside (1), cortenuamide A (2), 1-D-arabinitol-monolinoleate (3), and cinnamic acid (4) on the basis of spectroscopic data. To the best of our knowledge, this is the first report of compounds 1, 2, and 4 from *Hericium erinaceum*.

**Keywords** – *Hericium erinaceum*, Cerebrosides, Arabinitol ester

노루궁뎅이버섯(*Hericium erinaceum*)은 민주름버섯목(Aphyllophorales), 턱수염버섯과(Hydnaeae), 산호침버섯속(*Hericium*)에 속하는 버섯으로, 버섯의 자실체에 털이나 있어서 노루의 엉덩이 같다고 하여 노루궁뎅이버섯이라 부르며 일본(日本)에서는 일명 야무부시다케라 부른다.<sup>1)</sup> 노루궁뎅이버섯의 성분으로는 β-glucan과 같은 다당체 이외에도, hericenones A-H, hericenones A-C, erinacines A-R와 같은 aromatic 화합물들,<sup>2)</sup> erinacelactams A-E과 같은 alkaloid,<sup>3)</sup> Erinarols G-J과 같은 sterol<sup>4)</sup>계열의 화합물들이 분리 보고되어 왔다. 노루궁뎅이버섯의 추출물의 생리활성으로는 항산화 효과, 간세포 및 신경세포 보호활성을 나타내 항암치료에서 보조제는 물론, 알츠하이머나 파킨슨병 등에도 보조제로 많이 이용되어 왔다.<sup>5)</sup> 노루궁뎅이버섯에서 분리된 단일 성분들의 활성 또한 많이 연구되어 보고되어왔다. β-glucan과 같은 다당체에서는 항암효과, 면역조절 효과 등이, hericenone B는 혈전형성 억제효과가,<sup>6)</sup> hericenones and erinacines 은

nerve growth factor(NGF) 생합성의 자극효과를, sterol 계열의 물질들은 염증성 cytokine형성을 저해하는 효과와<sup>4)</sup> PPARα와 PPARγ transcription을 활성화 시키는 활성<sup>7)</sup>을 나타내는 것으로 보고되어 왔다.

노루궁뎅이버섯의 성분에 관한 연구는 대부분 극성분획에 집중하여 이루어왔기 때문에, 상대적으로 미흡하게 연구된 노루궁뎅이버섯에 존재하는 비극성 물질에 대한 연구를 진행하고자 본 연구를 착수하게 되었다.

### 재료 및 방법

**실험재료** – 본 실험에 사용된 노루궁뎅이버섯은 2013년 8월 충남 금산의 시장에서 구입한 것으로, 본 논문의 저자인 충남대 김영호 교수에 의해 동정되었다. 표본은 충남대학교 약학대학 표본실에 보관 중이다(부여번호: CNU 13110).

**기기** – TLC(Thin layer chromatography)의 결과 확인은 UV detector(Vilber Lourmat, France)을 이용한 254 nm와 365 nm 파장에서 관찰하였고 발색을 병행하여 확인하였다.

\*교신저자(E-mail): sangheeshim@duksung.ac.kr, yhk@cnu.ac.kr  
(Tel): +82-2-901-8774, +82-42-821-5933

단일 화합물의 구조를 규명하기 위해 이용한 NMR(Nuclear magnetic resonance) spectrum은 JEOL ECA 400 spectrometer ( $^1\text{H}$ , 400 MHz;  $^{13}\text{C}$ , 100 MHz) 를 사용하여 측정하였고, NMR chemical shift value는 part per million(ppm)단위로 나타내었다. Mass spectrometer로 LCQ advantage trap mass spectrometer(Thermo Finnigan, San Jose, CA)을 사용하였다.

**시약** - TLC plate는 Kiesel gel 60 F<sub>254</sub>(precoated, Merck Art. 5715)을 사용하였고 결과 확인을 위해 발색시약으로 20% aqH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 사용하였다. Column chromatography용 고정상은 silica gel(Kieselgel 60, 70-230, and 230-400 mesh, Merck, Darmstadt, Germany)와 YMC RP-18, Sephadex LH-20(GE Healthcare, Sweden)를 사용하였다. Column chromatography용 유기용매는 시약용 1(OCI company Ltd., DC chemical CO. Ltd.)을 사용하였고, HPLC의 이동상으로는 HPLC grade의 water, methanol(Fisher Scientific Korea Ltd.)을 사용하였다. NMR 측정을 위해 사용한 용매는 CD<sub>3</sub>OD, DMSO-*d*<sub>6</sub>, CDCl<sub>3</sub>(Cambridge Isotope Laboratories, Inc.)이다.

**추출, 분리 및 정제** - 건조된 노루궁뎅이버섯 2.5 kg을 MeOH로 5 L씩 3회 환류냉각 추출하여 350 g의 추출물을 얻었다. 이 MeOH 추출물을 물에 현탁시킨 후 CHCl<sub>3</sub>로 분획하여 90 g의 CHCl<sub>3</sub>-soluble fraction을 얻을 수 있었다. 이 CHCl<sub>3</sub>-soluble fraction에 대하여 실리카 겔을 충전한 칼럼(5.0 × 30 cm)에 *n*-hexane-EtOAc-MeOH 혼합 용매로 25:1:0, 9:1:0, 5:1:0, 2.5:1:0, 1:1:0.1, 1:1:0.3, 0.5:1:0.5의 혼합비율로 각 단계별 4 L씩 용리시켜 열린 칼럼 크로마토그래피를 실시하여 총 8개의 분획을 얻었다(Fr. 1A-1H). 얻어진 분획들 중 Fr. 1E(1.1 g)에 대하여 C<sub>18</sub>으로 충전한 칼럼(1.0 × 80 cm)에 MeOH-H<sub>2</sub>O 혼합 용매 1:1, 3:1, 5:1, 7.5:1, 9:1 및 15:1로 각 단계별로 300 mL씩 용리시켜 6개의 소분획(Fr. 1E-1-1E-6)을 얻을 수 있었다. 소분획들 중 Fr. 1E-2(755.0 mg)에 대하여 C<sub>18</sub>으로 충전한 칼럼(1.0 × 80 cm)에 MeOH-acetone-H<sub>2</sub>O 혼합 용매 10:10:1와 15:15:1로 각 단계별 2 L씩 용리시켜 열린 칼럼 크로마토그래피를 실시하여 화합물 **1**(36.8 mg), **2**(12.4mg) 및 **3**(162.3 mg)를 얻었다. Fr. 1E-5(120 mg)에 대하여 C<sub>18</sub>으로 충전한 칼럼(1.0 × 80 cm)에 MeOH-acetone-H<sub>2</sub>O 혼합 용매 8:8:1와 10:10:1로 각 단계별 3 L씩 용리시켜 열린 칼럼 크로마토그래피를 실시하여 화합물 **4**(45.0 mg)을 얻었다.

### Ircicerebroside (1)

White powder; ESI-MS *m/z*: 807 ([M+Na]<sup>+</sup>);  $^1\text{H-NMR}$  (400 MHz, pyridine-*d*<sub>3</sub>)  $\delta$  0.80 (6H, m, H-18 and H-20'), 1.20-1.38 (48H, m, H-11~17 and H-3'~19'), 1.70 (3H, s, 9-Me), 2.00 (2H, dd, *J*=8.3, 7.0 Hz, H-10), 2.17 (4H, m, H-6 and H-7), 3.59 (1H, m, H-5''), 4.00 (1H, t, *J*=7.0 Hz, H-2''), 4.13 (1H, m, H-1a), 4.20-4.26 (2H, m, H-3'' and

H-4''), 4.40 (1H, m, H-6''a), 4.58 (1H, m, H-6''b), 4.59 (1H, dd, *J*=7.5, 3.5 Hz, H-2''), 4.69 (1H, m, H-1b), 4.78 (1H, t, *J*=6.0 Hz, H-3), 4.82 (1H, m, H-2), 4.91 (1 H, d, *J*=7.0 Hz, H-1''), 5.73 (1H, br s, H-8), 5.99 (1H, dt, *J*=15.0, 5.5 Hz, H-5), 6.20 (1H, dd, *J*=15.0, 6.0 Hz, H-4), 8.44 (1H, d, *J*=9.0 Hz, NH);  $^{13}\text{C-NMR}$  (100 MHz, pyridine-*d*<sub>3</sub>)  $\delta$  16.1 (C-18 and C-20'), 18.0 (9-CH<sub>3</sub>), 29.5-34.6 (C-3'-19' and C-11-17), 30.6 (C-7), 34.6 (C-6), 41.7 (C-10), 56.7 (C-2), 64.3 (C-6''), 72.1 (C-1), 72.2 (C-4''), 74.2 (C-3), 75.4 (C-2'), 75.1 (C-2''), 78.8 (C-3''), 78.9 (C-5''), 105.7 (C-1''), 124.3 (C-9), 134.0 (C-4), 134.5 (C-5), 137.8 (C-8), 177.8 (C-1').

### Cortenuamide A (2)

White powder; ESI-MS *m/z*: 863 ([M+Na]<sup>+</sup>);  $^1\text{H-NMR}$  (400 MHz, pyridine-*d*<sub>3</sub>)  $\delta$  0.80 (6H, m, H-18 and H-24'), 1.21-1.38 (56H, m, H-11~17 and H-3'~23'), 1.69 (3H, s, 9-Me), 2.01 (2H, dd, *J*=8.3, 7.0 Hz, H-10), 2.08 (4H, m, H-6 and H-7), 3.48 (1H, m, H-5''), 3.95 (1H, t, *J*=7.0 Hz, H-2''), 4.02 (1H, m, H-1a), 4.10-4.15 (2H, m, H-3'' and H-4''), 4.31 (1H, m, H-6''a), 4.47 (1H, m, H-6''b), 4.50 (1H, dd, *J*=7.5, 3.5 Hz, H-2''), 4.58 (1H, m, H-1b), 4.68 (1H, t, *J*=6.0 Hz, H-3), 4.78 (1H, m, H-2), 4.82 (1 H, d, *J*=7.0 Hz, H-1''), 5.60 (1H, br s, H-8), 5.81 (1H, dt, *J*=15.0, 5.5 Hz, H-5), 6.08 (1H, dd, *J*=15.0, 6.0 Hz, H-4), 8.35 (1H, d, *J*=9.0 Hz, NH);  $^{13}\text{C-NMR}$  (100 MHz, pyridine-*d*<sub>3</sub>)  $\delta$  16.1 (C-18), 16.2 (C-24''), 18.0 (9-CH<sub>3</sub>), 29.5-34.6 (C-3'-23' and C-11-17), 30.2 (C-7), 34.6 (C-6), 41.8 (C-10), 56.7 (C-2), 64.3 (C-6''), 72.1 (C-1), 72.0 (C-4''), 74.2 (C-3), 75.3 (C-2'), 75.1 (C-2''), 78.8 (C-3''), 78.9 (C-5''), 105.7 (C-1''), 124.0 (C-9), 134.0 (C-4), 134.5 (C-5), 137.8 (C-8), 177.7 (C-1').

### 1-D-Arabinitol-monolinoleate (3)

White powder; ESI-MS *m/z*: 437.4 ([M+Na]<sup>+</sup>);  $^1\text{H-NMR}$  (400 MHz, pyridine-*d*<sub>3</sub>)  $\delta$  0.81 (3H, t, *J*=7.2 Hz, H-18'), 1.23-1.30 (10H, m, H-4'-6 and H-16'-17'), 1.30-1.34 (4H, m, H-7' and H-15'), 1.55 (2H, m, H-3'), 2.00 (2H, m, H-8'), 2.03 (2H, m, H-14'), 2.31 (2H, t, *J*=7.4 Hz, H-2'), 2.79 (2H, m, H-11'), 3.31 (1H, m, H-3), 3.46 (1H, dd, *J*=11.0, 5.0 Hz, H-5a), 3.48 (1H, m, H-4), 3.60 (1H, dd, *J*=11.0, 3.5 Hz, H-5b), 3.92 (1H, m, H-2), 3.99 (1H, m, H-1a), 4.01 (1H, m, H-1b), 5.35-5.39 (4H, m, H-9'-10' and H-12'-13');  $^{13}\text{C-NMR}$  (100 MHz, pyridine-*d*<sub>3</sub>)  $\delta$  14.6 (C-18'), 22.1 (C-17'), 28.6-31.5 (C-4'-7' and C-15'-16'), 24.3 (C-3'), 25.2 (C-11'), 26.4 (C-8'), 26.6 (C-14'), 33.6 (C-2'), 63.5 (C-1), 65.5 (C-5), 67.0 (C-2), 70.4 (C-3), 70.9 (C-4), 127.9 and 129.9 (C-9'-10' and C-12'-13'), 173.2 (C-1').

### Cinnamic acid (4)

White powder; ESI-MS  $m/z$ : 149.3 ( $[M+H]^+$ );  $^1\text{H-NMR}$  (400 MHz, pyridine- $d_5$ )  $\delta$  7.30-7.51 (5H, m, H-2-6), 7.48 (1H, m, H-7), 6.17 (1H, m, H-8);  $^{13}\text{C-NMR}$  (100 MHz, pyridine- $d_5$ )  $\delta$  115.8 (C-8), 128.1 (C-4), 128.9 (C-3 and C-5), 129.0 (C-2 and C-6), 133.8 (C-1), 144.7 (C-7), 172.6 (C-9).

### 결과 및 고찰

노루궁뎅이버섯 추출물의 클로로포름 분획을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 분획한 후 여러 단계의 크로마토그래피를 실시하여 총 4종의 화합물들을 분리하였다(Fig. 1).

화합물 1은 흰색의 무정형 고체로 분리되었다. 이 화합물의  $^1\text{H-NMR}$  spectrum에서, 고자장 부근에서 lipid chain에 해당되는 signal들을 확인할 수 있었고,  $\delta_{\text{H}}$  8.44에서 NH의 특징적인 doublet signal( $J=9.0$  Hz)을,  $\delta_{\text{H}}$  3.59-4.91에서 당에 해당되는 특징적인 signal들을 확인할 수 있었다. 특히 이 화합물의  $^{13}\text{C-NMR}$  spectrum의  $\delta_{\text{C}}$  177.8에서 amide의 carbonyl carbon signal을 확인하여, 이 화합물이 sphingosine의 1번 위치에 당이 결합하고, 아미노기에 지방산이 amide 결합하고 있는 cerebroside임을 확인할 수 있었다.<sup>8)</sup>  $\delta_{\text{H}}$  4.69

및 4.13에서 각각 multiplet으로 나타나는 sphingosine의 1번 methylene proton을 확인할 수 있었으며,  $\delta_{\text{H}}$  4.82에서 아미노기가 결합하고 있는 sphingosine의 2번 methine proton을 확인할 수 있었다.  $\delta_{\text{H}}$  6.20 및 5.99에서 15 Hz의 coupling constant로 *trans* configuration에 있는 이중결합을,  $\delta_{\text{H}}$  5.73에서 broad한 singlet으로 나타나는 olefinic proton과  $\delta_{\text{H}}$  1.70에서 이중결합 탄소에 결합한 methyl기를 확인하여, 또 하나의 이중결합에 methyl기가 치환된 구조를 지니고 있음을 추정할 수 있었다. 이 이중결합의  $\alpha$ 탄소가 30.6 ppm에 나타나는 것과 이 이중결합에 결합한 methyl carbon이 18 ppm에 나타나는 것으로 이것 역시 *trans* configuration임을 확인할 수 있었다.<sup>9)</sup> 당의 경우, 당의 2번 proton(H-2')의 coupling constant( $J=7$  Hz)와 당 탄소들의 chemical shift를 문헌과 비교하여 결합된 당이 glucose임을 알 수 있었고, 당 anomeric proton의 coupling constant가 7 Hz로 크게 나타나, glucose가  $\beta$  결합함을 확인할 수 있었다. (+)ESIMS에서  $[M+Na]^+$  이  $m/z$  807에서 나타나 당과 이중 결합에 치환된 탄소 하나를 제외하면 이 화합물의 탄소가 38개 즉 sphingosine 부분은 탄소 18개, 지방산 부분은 20개인 화합물임을 추정할 수 있었다. 이상의 데이터를 문헌과 비교하여 이 화합물이 해양 스폰지의 일종인 *Ircinia fasciculata* 및 산호에서도 분

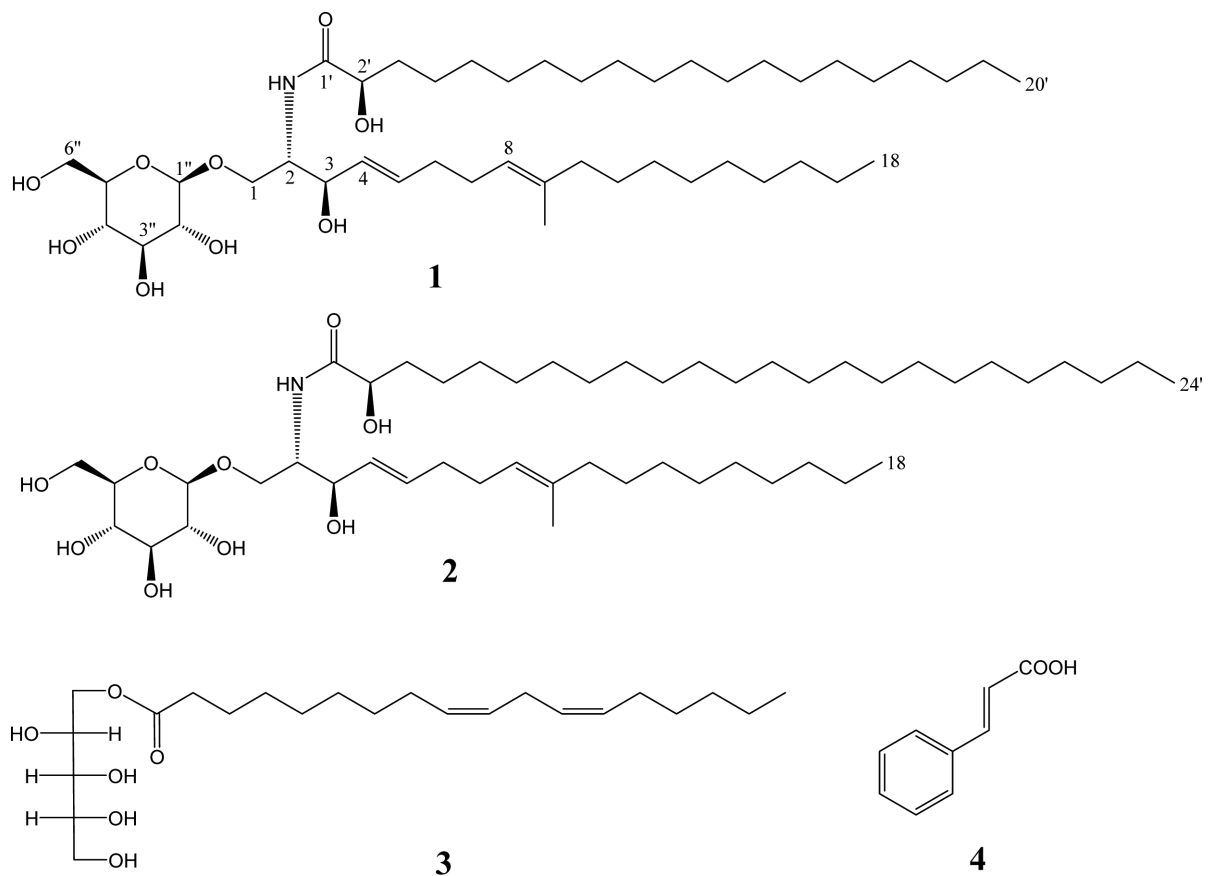


Fig. 1. Chemical structures of compounds 1-4.

리, 보고된 바 있는 ircicerebroside임을 확인할 수 있었다.<sup>10,11)</sup> 화합물 2 역시 흰색의 무정형 고체로 분리되었다. 이 화합물의 NMR spectrum은 화합물 1의 그것과 chemical shift에서 미세한 차이를 보였을 뿐 거의 유사하게 나타났다. 이 화합물의 (+)ESIMS spectrum에서 화합물 1의 그것에 비해  $m/z$  56이 더 크게 나타난 것으로 이 화합물이 화합물 1에 비해 탄소 체인이 네 개 더 들어간 지방산이 결합된 cerebroside임을 추정할 수 있었다. 이상의 데이터를 문헌과 비교하여 이 화합물이 담자균 중 노랑근적버섯(*Cortinarius tenuipes*)에서도 분리, 보고된 바 있는 cortenuamide A 임을 확인할 수 있었다.<sup>12)</sup>

화합물 3도 흰색의 무정형 고체로 분리되었다. 이 화합물의 <sup>1</sup>H-NMR spectrum에서,  $\delta_H$  0.81 및 1.25부근에서 각각 long chain의 terminal methyl과 (CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>을 확인하고, <sup>13</sup>C-NMR의  $\delta_C$  173.2에서 ester의 carbonyl carbon을 확인하여 지방산이 ester 결합하고 있는 물질임을 추정할 수 있었다.  $\delta_H$  5.35-5.39 및  $\delta_C$  129.9에서 두 개의 이중 결합을 확인할 수 있었고, 이중 결합의 알파 위치에 있는 탄소들이 각각  $\delta_C$  26.4 및 26.6에서 나타나 이 두 개의 이중결합이 cis configuration임을 추정할 수 있었다. 이 화합물의 <sup>13</sup>C-NMR에 나타난 carbon signal의 개수로 지방산이 탄소 18개에 이중 결합이 두 개 있는 linoleic acid임을 추정할 수 있었다. 또한  $\delta_H$  3.92, 3.48 및 3.35에서 세 개의 oxygenated methane signal을  $\delta_H$  3.46과 3.60에서 하나의 oxygenated methylene기를,  $\delta_H$  3.99와 4.01에서는 저자장으로 이동한 하나의 oxygenated methylene기를 확인하여, 이 불포화 지방산이 이  $\delta_H$  3.99와 4.01에 나타난 methylene에 결합하고 있음을 추정할 수 있었다. 이상의 데이터를 문헌치와 비교하여, 이 화합물을 노루궁뎅이 버섯에서 분리, 보고된 바 있는 1-D-Arabinitol-monolinoleate로 동정하였다.<sup>13)</sup> 화합물 4의 <sup>1</sup>H-NMR spectrum에서  $\delta_H$  7.30부근에서 phenyl기의 5개의 proton들을,  $\delta_H$  7.48 및 6.17에서 phenyl기와 conjugation하고 있는 olefinic group을 확인하여, 이 화합물이 식물에서 흔히 분리 보고되는 식물산의 하나인 cinnamic acid임을 확인할 수 있었다.<sup>14)</sup> 기존의 문헌에 의하면, 노루궁뎅이 버섯에서는 1종의 신규 cerebroside인 cerebroside E와 알려진 물질인 cerebrosides B와 D가 분리, 보고되면서 그 존재가 알려진 바 있다.<sup>9)</sup> Cerebroside 중 ircicerebroside와 cortenuamide A가 노루궁뎅이 버섯에 존재함은 본 연구에서 처음으로 규명되었다. Ircicerebroside의 생리활성으로는 항염 및 항균 작용이 밝혀졌으나, cortenuamide A와 1-D-arabinitol-monolinoleate의 약리활성에 관하여는 거의 연구된 바가 없다. 화합물 1, 2 및 4는 노루궁뎅이버섯에서 처음으로 분리 보고되는 물질이며, 화합물 1, 2 및 3의 약리활성에 관하여는 앞으로 연구되어야 할 것으로 사료된다.

## 결 론

노루궁뎅이버섯 추출물의 비극성분획인 CHCl<sub>3</sub> 분획에서 2종의 cerebroside, 1종의 당지질, 그리고 1종의 식물산을 분리하였다. 분리된 화합물들은 spectral data를 바탕으로 각각 ircicerebroside(1), cortenuamide A(2), 1-D-arabinitol-monolinoleate(3) 및 cinnamic acid(4)로 동정하였다. Cerebroside와 같은 당지질은 친수성, 친유성 기를 모두 가지고 있어 항암, 면역조절, 비만억제 등 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 보고되어왔다. 이러한 당지질이 노루궁뎅이 버섯에 분포함은 노루궁뎅이 버섯이 보고된 것보다 더 다양한 약리활성을 나타낼 수 있음을 시사한다.

## 인용문헌

- Mizuno, T. (1999) Bioactive substances in *Hericium erinaceus* and its medicinal utilization. *Int. J. Med. Mushrooms* **1**: 105-119.
- Ma, B.-J., Shen, J.-W., Yu, H.-Y., Ruan, Y., Wu, T.-T. and Zhao, X. (2010) Hericenones and erinacines: stimulators of nerve growth factor (NGF) biosynthesis in *Hericium erinaceus*. *Mycology* **1**: 92-98.
- Wang, X. L., Xu, K. P., Long, H. P., Zou, H., Cao, X. Z., Zhang, K., Hu, J. Z., He, S. J., Zhu, G. Z., He, X. A., Xu, P. S and Tan, G. S. (2016) New isoindolinones from the fruiting bodies of *Hericium erinaceum*. *Fitoterapia* **111**: 58-65.
- Li, W., Zhou, W., Cha, J. Y., Kwon, S. U., Baek, K. H., Shim, S. H., Lee, Y. M. and Kim, Y. H. anski, S. and Marianski, A. (2015) Sterols from *Hericium erinaceum* and their inhibition of TNF- $\alpha$  and NO production in lipopolysaccharide-induced RAW 264.7 cells. *Phytochemistry* **115**: 231-238.
- Sokół, S., Golak-Siwulska, I., Sobierski, K., Siwulski, M. and Górka, K. (2015) Biology, cultivation, and medicinal functions of the mushroom *Hericium erinaceum*. *Acta Mycol.* **50**: 1069-1087.
- Khan, A., Tania, M., Liu, R. and Rahman, M. M. (2013) *Hericium erinaceus*: an edible mushroom with medicinal values. *J. Complement. Integr. Med.* **10**: 1-6.
- Li, W., Zhou, W., Song, S. B., Shim, S. H. and Kim, Y. H. (2014) Sterol fatty acid esters from the mushroom *Hericium erinaceum* and their PPAR transactivational effects. *J. Nat. Prod.* **77**: 2611-2618
- Ryu, J., Kim, J. S. and Kang, S. S. (2003) Cerebrosides from Longan Arillus. *Arch. Pharm. Res.* **26**: 138-142.
- Lee, S. R., Jung, K., Noh, H. J., Park, Y. J., Lee, H. L., Lee, K. R., Kang, K. S. and Kim, K. H. (2015) A new cerebroside from the fruiting bodies of *Hericium erinaceus* and its applicability to cancer treatment. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **25**: 5712-5715.
- Zhang, G. W., Ma, X. Q., Zhang, C. X., Su, J. Y., Ye, W. C.,

- Zhang, X. Q., Yao, X. S. and Zeng, L. M. (2005) Two new ceramides from the marine sponge *Ircinia fasciculata*. *Helv. Chim. Acta* **88**: 885-890.
11. Cheng, S., Wen, Z., Chiou, S., Tsai, C., Wang, S., Hsu, C., Dai, C., Chiang, M. Y., Wang, W. and Duh, C. (2009) Ceramide and cerebrosides from the octocoral *Sarcophyton ehrenbergi*. *J. Nat. Prod.* **72**: 465-468.
12. Tan, J., Dong, Z. and Liu, J. (2003) New cerebrosides from the basidiomycete *Cortinarius tenuipes*. *Lipids* **38**: 81-84.
13. Miyazawa, M., Takahashi, T., Horibe, I. and Ishikawa, R. (2012) Two new aromatic compounds and a new D-arabinitol ester from the mushroom *Hericium erinaceum*. *Tetrahedron* **68**: 2007-2010.
14. Urones, J. G., Marcos, I. S., Diez Martin, D., Rodilla, J. M. L., Dinis de Mendoca, D. I. M. and Williams, D. J. (1994)  $\alpha$ -Truxillic acid from *Halimium verticillatum*. *Phytochemistry* **36**: 529-530.
- (2017. 11. 20 접수; 2017. 12. 10 심사;  
2017. 12. 12 게재확정)