

순무(*Brassica rapa*) 뿌리로부터 이차대사산물의 분리 및 동정

방면호¹ · 이대영^{2,3} · 한민우¹ · 정해곤⁴ · 정태숙⁵ · 최명숙⁶ · 이경태⁷ · 백남인^{2*}

¹경희대학교 피부생명공학센터, ²경희대학교 생명공학 및 식물대사연구센터, ³국립식량과학원 기능성작물부, ⁴강화군 특화작목연구소, ⁵한국생명공학연구원, ⁶경북대학교 식품영양학과, ⁷경희대학교 약학대학

Isolation and identification of secondary metabolites from the roots of *Brassica rapa*

Myun-Ho Bang¹ · Dae-Young Lee^{2,3} · Min-Woo Han¹ · Hae-Gon Chung⁴ · Tae-Sook Jeong⁵ ·
Myung-Sook Choi⁶ · Kyung-Tae Lee⁷ · Nam-In Baek^{2*}

¹Skin Biotechnology Center, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea

²Graduate School of Biotechnology & Plant Metabolism Research Center, Kyung Hee University, Yongin 446-701, Korea

³Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, RDA, Milyang 627-830, Korea

⁴Ganghwa Agricultural R&D Center, Incheon 417-833, Korea

⁵Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnol., Daejeon 305-333, Korea

⁶Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

⁷College of Pharmacy, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

ABSTRACT In order to identify secondary metabolites, the root of *Brassica rapa* was extracted with 80% aqueous MeOH, and the concentrated extract was partitioned with EtOAc, *n*-BuOH and H₂O. From the EtOAc and *n*-BuOH fractions, four secondary metabolites were isolated through the repeated silica gel and octadecyl silica gel (ODS) column chromatographies. From the result of spectroscopic data including NMR and MS, the chemical structures of the compounds were determined as 4-(methoxymethyl)phenol (1), α -methoxy-2,5-furandimethanol (2), phenyl- β -D-glucopyranoside (3), and 2-phenylethyl- β -D-glucopyranoside (4). They were isolated for the first time from *Brassica rapa*.

서 론

순무는 양귀비목 십자화과 (배추과, Cruciferae)의 두해살이 풀로, 뿌리와 잎을 식용 할 수 있는 채소이다. 여름철에 파종하고, 가을에 발아하며, 월동한 다음 해 봄에 꽃줄기가 자란 후 노란 십자 모양의 꽃이 핀다. 뿌리의 모양은 팽이와 유사하고 껍질 색은 적자색 또는 녹색을 띠며 무보다 순한 맛을 지니나 무와는 다른 독특한 맛을 나타낸다. 원산지는 중앙아시아와 유럽 남부지방이며, 기원은 지중해연안에 자생하는 잡초 유채 (*Brassica campestris* L.)라고 알려져 있다. 우리나라에 도입된 시기는 정확히 알 수 없으나 고려 중엽 이규보의 가포육영(家圃六詠)에 순무를 재료로 한 김치가 우리나라 문헌상 최초로 등장한다 (Kang et al. 1991). 현재 우리나라

에서는 강화도 등지에서 특산물로 널리 재배 되고 있으며 주로 김치의 원료로 활용되고 있다.

알려진 효능으로는 개위 (開胃), 하기 (下氣), 이습 (利濕), 해독 효과가 있고, 식체, 황달, 당뇨병에 치료 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 주요 약리작용으로 세균, 진균, 효모 및 수종의 기생충을 억제하는 작용이 있다 (Jung et al. 1990). 순무에 관한 성분연구로는 순무 잎에 포함된 휘발성 isothiocyanate 연구 (Itoh et al. 1984), 순무의 glucosinolate 성분의 휘발성 isothiocyanate와 nitrile에 대한 연구 (Ju et al. 1982), 가공에 의한 순무의 glucosinolate의 함량의 변화 (Sones et al. 1984), myrosinase 활성 (Wilkinson et al. 1984), 지질, indole 및 cinnamic acid 유도체의 분리동정에 대하여 보고된 바 있다 (Kim et al. 2004). 그러나 예비실험 결과 순무에는 이 외에도 다양한 성분이 존재하는 것으로 확인되어, 순무로부터 이차대사산물을 분리하고 구조동정하기 위하여 이 실험을 수행하였다.

*Corresponding author Tel 031-201-2661 Fax 031-201-2157

E-mail: nibaek@khu.ac.kr

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 순무 (*Brassica rapa* L.)는 일본재래계와 유럽 품종계가 교잡된 품종으로, 원추모양인 뿌리의 길이 자색을 나타내는 적순무만을 실험에 사용하였다. 2007년 5월 강화군 농업기술 센터로부터 제공받았고, 강화군 강화특화작목연구소 정해곤 박사가 동정하였으며, 표본시료 (KHU-070429)는 경희대학교 생명공학원 천연물화학실에 보관되어 있다.

시약 및 기기

Column chromatography용 silica gel은 Kiesel gel 60 (Merck, Darmstadt, Germany)을, octadecyl silica (ODS) gel은 LiChroprep RP-18 (Merck, Darmstadt, Germany)을 사용하였다. Thin layer chromatography (TLC)는 Kieselgel 60 F254와 RP-18 F254S (Merck, Darmstadt, Germany)를 사용하였고, 실험에 이용한 모든 시약은 특급시약을 사용하였다. NMR 스펙트럼은 Varian Inova AS 400 (Varian, California, LA)으로 측정하였고, IR spectrum은 Perkin model 599B (Perkin-Elmer, Massachusetts, NY)로 측정하였다. 녹는점은 Fisher-John's Melting Point Apparatus (Fisher Scientific, Miami, FL)로 측정하였으며, 비선광도는 Polarimeter Jasco-1000 (Jasco, Tokyo, Japan)로, EI-MS와 FAB-MS는 JMS-700 (JEOL, Tokyo, Japan)으로 측정하였다.

순무의 추출물 및 용매분획물 제조

순무 뿌리 (생체 중 61 kg)를 속부분 (48 kg) 과 껍질 부분 (13 kg)으로 구분하고 세절하였다. 속부분을 MeOH 80% 수용액 (18 l × 5)으로 두 차례 걸쳐 추출한 후 여과지로 여과를 하였다. 얻어진 여액을 45°C에서 감압농축하여 MeOH 추출물을 얻었다. 얻어진 MeOH 추출물을 EtOAc (3 l × 2)/H₂O(3 l)로 분배 추출하였고, 다시 H₂O층을 *n*-BuOH(3 l × 2)/H₂O(3.2 l)로 분배 추출 하였다. 각 층을 감압농축하여 EtOAc (15 g), *n*-BuOH (46 g) 및 H₂O 분획을 얻었다. 또한 껍질부분 (13 kg)을 80% MeOH 수용액 (18 l × 2)으로 두 차례 걸쳐 추출한 후, 얻어진 여액을 감압농축하여 MeOH 추출물을 얻었다. 얻어진 MeOH 추출물을 EtOAc (1.5 l × 2)/H₂O (1.5 l)로 분배 추출하였고, 다시 H₂O층을 *n*-BuOH (1.5 l × 2)/H₂O (1.5 l)로 분배 추출 하였다. 각 층을 감압농축하여, EtOAc (7 g), *n*-BuOH (13 g) 및 H₂O 분획을 얻었다.

순무 속부분 EtOAc 분획으로부터 이차대사산물의 분리

EtOAc분획 (15 g)에 대하여 silica gel column chromatography (c.c., φ 5 × 22 cm, *n*-hexane-EtOAc = 10 : 1 → 5 : 1 → 3 : 1 →

1 : 1 → CHCl₃-MeOH = 10 : 1 → 7 : 1 → 5 : 1 → 3 : 1 → 2 : 1 → 1 : 1)를 실시하여 18개의 분획물 (BRE-1~BRE-18)을 얻었다. 이 중에서 BRE-11 (1.7 g) 분획에 대하여 silica gel c.c. (φ 4.5 × 13 cm, *n*-hexane-EtOAc = 7 : 1)를 실시하여, 16개의 분획물 (BRE11-1~BRE11-16)을 얻었다. 그 중 BRE11-5 (137 mg) 분획을 ODS c.c. (φ 3.5 × 9 cm, MeOH-H₂O = 3 : 1)로 정제하여 BRE11-5-1[(화합물 1, 12 mg, TLC(RP-18 F_{254s}) R_f = 0.75, MeOH-H₂O = 5 : 1)]을 분리 하였다

순무 속부분 *n*-BuOH 분획으로부터 이차대사산물의 분리

n-BuOH 분획 (46 g)으로부터 silica gel c.c. (φ 10 × 11 cm, CHCl₃-MeOH = 7 : 1 → 5 : 1 → 3 : 1 → 1 : 1)를 실시하여 분획하였고, 이 분획을 TLC로 확인하여 유사한 것끼리 모아 16개의 분획 (BRB-1~BRB-16)으로 나누었다. 그 중에서 BRB-3 분획 (172 mg)에 대하여 ODS c.c. (φ 3.5 × 7 cm, MeOH-H₂O = 2 : 8)를 실시하여 6개의 분획 (BRB-3-1~BRB-3-6)으로 나누었고, 이중에서 BRB-3-2 분획 (72 mg)을 silica gel c.c. (φ 3 × 21 cm, *n*-hexane-EtOAc = 7 : 1)로 정제하여, BRB-3-2-2[(화합물 2, 10 mg, TLC(Kieselgel 60 F₂₅₄) R_f = 0.5, CHCl₃-MeOH = 10 : 1)]을 얻었다.

순무 껍질부분 *n*-BuOH 분획으로부터 이차대사산물의 분리

순무 껍질로부터 얻은 *n*-BuOH 분획 (13 g)으로부터 silica gel c.c. (φ 5 × 15 cm, CHCl₃-MeOH = 7 : 1 → 5 : 1 → 3 : 1 → 1 : 1)를 실시하여 분획하였고, 이 분획을 TLC로 확인하여 유사한 것끼리 모아 11개의 분획 (BRSB-1~11)으로 나누었다. 그 중에서 BRSB-3 분획 (400 mg)을 ODS c.c. (φ 3 × 7 cm, MeOH-H₂O = 1 : 1)를 실시하여 BRSB-3-6[(화합물 3, 21 mg, TLC(RP-18 F_{254s}) R_f = 0.2, MeOH-H₂O = 7 : 1)]을 분리하였다. 또한 BRSB-4 분획 (190 mg)을 ODS c.c. (φ 3 × 5 cm, MeOH-H₂O = 1 : 1)를 실시하여 BRSB-4-3[(화합물 4, 41 mg, TLC(Kieselgel 60 F₂₅₄) R_f = 0.35, CHCl₃-MeOH = 6 : 1)]을 분리하였다.

화합물 1[4-(methoxymethyl)phenol]; yellowish crystals (*n*-hexane-CHCl₃); m.p. 211-213°C; IR (KBr) 3560 cm⁻¹; EI-MS *m/z* 138 [M]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, CD₃OD, δ): 7.55 (2H, d, *J*=8.4 Hz, H-3,5), 6.84 (2H, d, *J*=8.4, Hz, H-2,6), 4.32 (2H, s, OCH₂), 3.31 (3H, s, OCH₃). ¹³C-NMR (100 MHz, CD₃OD, δ): 156.52 (C-1), 132.99 (C-3,5), 130.05 (C-4), 118.31 (C-2,6), 76.10 (C-7), 58.18 (OCH₃).

화합물 2(α-methoxy-2,5-furandimethanol); colorless solid (CHCl₃); m.p. 35-37°C; IR (KBr) 3470, 1522, 1384, 1025 cm⁻¹; EI-MS *m/z* 158 [M]⁺; ¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃, δ): 6.44 (1H, d, *J*=3.5 Hz, H-3), 6.20 (1H, d, *J*=3.5, H-4), 5.39 (1H, s, H-6), 4.77 (2H, s, H-7), 3.45 (3H, s, OCH₃). ¹³C-NMR (100 MHz, CDCl₃, δ): 154.07 (C-5), 151.23 (C-2), 115.12 (C-3), 109.51 (C-4), 101.21 (C-6), 58.25 (C-7), 53.19 (-OCH₃)

화합물 3 (phenyl-β-D-glucopyranoside); yellowish crystals (MeOH);

m.p. 111-112°C; $[a]_D -45.3^\circ$ ($c=0.6$, MeOH); IR (KBr) 3410, 1644, 1510 cm^{-1} ; FAB-MS m/z 257 $[\text{M}+\text{H}]^+$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CD_3OD , δ): 7.41 (2H, dd, $J=8.4$, 8.4 Hz, H-3,5), 7.35 (2H, d, $J=8.4$, Hz, H-2,6), 7.21 (1H, m, H-4), 4.80 (1H, d, $J=7.6$, Hz, H-1'), 4.78-3.81 (sugar moiety). $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, CD_3OD , δ): 158.52 (C-1), 128.19 (C-3,5), 127.94 (C-2,6), 125.05 (C-4), 103.31 (C-1'), 78.68 (C-5'), 78.49 (C-3'), 75.24 (C-2'), 70.04 (C-4'), 62.24 (C-6').

화합물 4 (2-phenylethyl- β -D-glucopyranoside); colorless solid (MeOH); m.p. 122-123°C; $[a]_D -35.3^\circ$ ($c=0.7$, MeOH); IR (KBr) 3391, 1655, 1514 cm^{-1} ; FAB-MS m/z 285 $[\text{M}+\text{H}]^+$; $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$, δ): 7.38 (2H, dd, $J=8.3$, 8.3 Hz, H-3,5), 7.25 (2H, d, $J=8.3$ Hz, H-2,6), 7.19 (1H, m, H-4), 4.87 (1H, d, $J=7.6$ Hz, H-1'), 3.96 (2H, t, $J=7.4$ Hz, H-8), 2.87 (2H, t, $J=7.4$ Hz, H-7). $^{13}\text{C-NMR}$ (100 MHz, $\text{C}_5\text{D}_5\text{N}$ δ): 139.21 (C-1), 129.87 (C-3,5), 128.90 (C-2,6), 126.32 (C-4), 103.67 (C-1'), 78.68 (C-3',5'), 74.39(C-2'), 70.53 (C-8), 70.52 (C-4'), 62.24 (C-6'), 36.34 (C-7).

결과 및 고찰

순무 (*B. rapa*)로부터 이차대사산물을 동정하기 위하여 순무의 뿌리를 80% MeOH 용액으로 실온에서 하루 동안 추출하기를 2번 반복하였다. 용매 극성의 차이에 따라 계통 분획 하여, EtOAc, *n*-BuOH 및 H_2O 분획을 얻었다. EtOAc 분획과 *n*-BuOH 분획에 대하여 TLC를 이용하여 함유성분을 추정할 결과 이전에 보고되었던 것과는 다른 성분이 다수 존재함을 확인하였다. 따라서 각 분획으로부터 silica gel과 ODS column chromatography 를 반복하여 4종의 이차대사산물을 분리하였다.

화합물 1 (yellowish crystals)은 IR spectrum에서 OH에 의한 흡수 peak (3560 cm^{-1})를 관찰 하였고, EI-MS를 측정하였을 때, m/z 138 $[\text{M}]^+$ 의 분자이온 peak가 관측되어 분자량을 138 로 결정하였다. $^1\text{H-NMR}$ spectrum (400 MHz, CD_3OD)에서, δ_H 7.55(2H, d, $J=8.4$ Hz, H-3,5)과 δ_H 6.84 (2H, d, $J=8.4$, Hz, H-2,6)에서 olefine methine proton signal이 관측 되어 *para*-이치환 페닐기의 존재가 추정되었다. 또한 δ_H 4.32 (2H, s, OCH_2)와 δ_H 3.31 (3H, s, OCH_3)에서 각각 산소가 치환된 methylene기와 methyl기가 확인되었다. $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum (100 MHz, CD_3OD)에서는 총 8개의 signal이 관측되었다. 저자장 영역에서는 산소 및 탄소가 결합한 olefine quaternary carbon signal 이 각각 δ_C 156.52 (C-1) 와 δ_C 130.05 (C-4)에서 관측되었고, olefine methine carbon signal 4개가 각각 2개씩 겹쳐져서 δ_C 132.99 (C-3,5) 와 δ_C 118.31 (C-2,6)에서 관측되었다. 또한 산소가 치환된 영역에서는 oxygenated-methylene과 methoxy carbon signal이 각각 δ_C 76.10과 δ_C 58.18에서 관측되었다. 이상의 결과를 종합하여 이 화합물을 4-(methoxymethyl)phenol로 동정하였고 문헌과 비교하여 구조를 확인하였다 (Lee et al. 2007; Taguchi et al. 1981).

화합물 2 (colorless solid)는 IR spectrum에서 furan 고리 (1522 cm^{-1})와 OH (3470 cm^{-1})에 의한 흡수 peak를 관찰 하였고, EI-MS를 측정

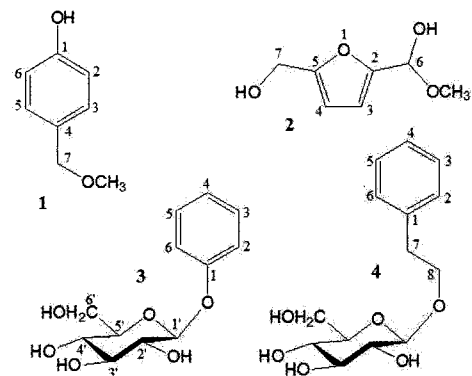


Figure 1. Chemical structures of secondary metabolites 1-4 from the root of *Brassica rapa*

하였을 때 분자이온피크 m/z 158 $[\text{M}]^+$ 로부터 분자량을 158로 결정 하였다. $^1\text{H-NMR}$ spectrum (400 MHz, CDCl_3)의 저자장 영역에서 vicinal coupling 하는 2개의 olefine methine proton signal이 δ_H 6.44 (1H, d, $J=3.5$ Hz, H-3)와 δ_H 6.20 (1H, d, $J=3.5$, H-4)에서 관측 되었 으며, δ_H 5.39(1H, s, H-6)에서 hemiacetal methine proton signal 이 관측되었다. δ_H 4.77 (2H, s, H-6)과 δ_H 3.45 (3H, s)에서는 각각 oxygenated-methylene과 methoxy proton이 관측됨에 따라 한 개의 furan환에 2개의 치환기가 결합되어 있는 구조로 추정 하였다. $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum (100 MHz, CDCl_3)을 보면 저자장 영역인 δ_C 154.07 (C-5)과 δ_C 151.23 (C-2)에서 산소가 결합한 olefine quaternary carbon signal 2 개가 관측 되었으며, δ_C 115.12(C-3)과 δ_C 109.51(C-4)에서 2개의 olefine methine carbon signal이 관측되었고, δ_C 101.21 (C-6) ppm 에서 1 개의 hemiacetal methine carbon signal이 관측 되었다. 산소가 치환된 영역에서 oxygenated-methylene (δ_C 58.25, C-7) 과 methoxy(δ_C 53.19) carbon signal이 확인 되었다. 치환기가 furan 고리에 결합한 위치를 결정하기 위하여 gHMBC 실험을 수행하였 다. Hemiacetal proton signal (δ_H 5.39, H-6)이 oxygenated olefine quaternary carbon signal (δ_C 151.23, C-2)과 correlation을 보였으며, oxygenated methylene proton signal (δ_H 4.77, H-7)은 다른 oxygenated olefine quaternary carbon signal (δ_C 154.07, C-5)과 correlation을 보 였다. 따라서 화합물 2는 α -methoxy-2,5-furandimethanol로 구조 동 정하였다 (Navickiene and Lopes 2001).

화합물 3 (yellowish crystals)는 IR spectrum의 측정 결과, 이중결 합 (1644 cm^{-1})과 수산기 (3410 cm^{-1})의 존재를 확인하였으며, FAB-MS를 측정하였을 때, m/z 257 $[\text{M}+\text{H}]^+$ 의 peak가 관측되어 분자량을 256으로 결정하였다. $^1\text{H-NMR}$ spectrum (400 MHz, CD_3OD)에서, δ_H 7.41 (2H, dd, $J=8.4$, 8.4 Hz, H-3,5), δ_H 7.35 (2H, d, $J=8.4$, Hz, H-2,6) 과 δ_H 7.21 (1H, m, H-4) signal 로부터 phenyl 기의 존재가 확인되 었다. 또한 hemiacetal 수소가 δ_H 4.60 (1H, d, $J=7.6$ Hz, H-1')에서 관측되었고, δ_H 3.81-4.78에서 산소가 치환된 탄소의 수소들이 다 수 관측됨에 따라 β -configuration을 갖는 당이 존재하는 것으로 판 명되었다. $^{13}\text{C-NMR}$ spectrum (100 MHz, CD_3OD)에서 phenyl 기에 서 유래한 olefine quaternary carbon signal δ_C 138.52 (C-1) 1개와

olefine methine carbon signal δ_C 128.19 (C-2,6), 127.94 (C-3,5), 122.05 (C-4) 5개가 관측되었다. 결합한 당은 δ_C 103.31 (C-1')에서 관측된 anomeric carbon signal 외에 다른 당 유래 signal의 chemical shift로부터 D-glucopyranose로 동정하였다. 이상의 결과를 종합하여 화합물 3은 phenyl- β -D-glucopyranoside로 구조동정 하였다 (Yoneda et al. 2008).

화합물 4 (colorless solid)는 IR spectrum의 측정 결과, 3391 cm^{-1} 에서 OH에 의한 흡수 및 1655 cm^{-1} 에서 이중결합에서 기인한 peak를 관찰 하였고, FAB-MS를 측정하였을 때, m/z 285[M+H]⁺의 peak가 관측되었다. ¹H-NMR spectrum(400 MHz, C₅D₅N)에서, 1치환 benzene ring에서 유래하는 δ_H 7.38 (2H, dd, $J=8.3, 8.3$ Hz, H-3,5), δ_H 7.25 (2H, d, $J=8.3$ Hz, H-2,6) 와 δ_H 7.19 (1H, m, H-4)의 signal 이 관측되었다. 또한 methylene 과 oxygenated methylene proton signal 이 각각 δ_H 2.87 (2H, t, $J=7.4$ Hz, H-7) 와 δ_H 3.96 (2H, t, $J=7.4$ Hz, H-8)에서 관측되었다. 당의 anomer proton signal 이 δ_H 4.87 (1H, d, $J=7.6$ Hz, H-1')에서, 그 외 다수의 당부의 proton signal이 δ_H 4.67-4.13 ppm에서 확인되었다. ¹³C-NMR spectrum (100 MHz, C₅D₅N)의 저자장 영역에서는 olefine quaternary carbon signal (δ_C 139.21, C-1) 1개와 olefine methine carbon signal [δ_C 129.87 (C-3,5), δ_C 128.90 (C-2,6), δ_C 126.32(C-4)] 5개가 관측 되었다. 구성당은 anomer carbon signal (δ_C 103.67, C-1')과 그 외 당에서 유래한 oxygenated-methine 및 oxygenated-methylene carbon signal 의 chemical shift로부터 D-glucopyranose로 동정하였다. 또한, 산소치환 영역에서 oxygenated-methylene (δ_C 70.53, C-8)과 고자장 영역에서 methylene signal (δ_C 36.34, H-7)이 관측 되었다. 이상의 결과를 종합하여 구조를 동정하고 각종 데이터를 문헌 값과 비교하여 화합물 4를 2-phenylethyl- β -D-glucopyranoside로 동정하였다 (Piao et al. 2003; Yoneda et al. 2008).

이번에 분리한 화합물, 4-(methoxymethyl)phenol(1), α -methoxy-2,5-furandimethanol(2), phenyl- β -D-glucopyranoside(3) 및 2-phenylethyl- β -D-glucopyranoside(4)는 순무에서는 이번에 처음으로 분리, 동정 되었다. 순무에서 얻은 각 추출물 및 분획물의 TLC 검토 결과 위 화합물 외에도 phenyl 기나 furan 구조를 갖는 화합물이 다수 존재 하는 것으로 확인되었다. 추후 관련 화합물에 대한 분리, 분석 연구를 통하여 순무에서의 대사산물의 동태를 규명하고자 한다.

적 요

순무 뿌리로부터 활성 물질을 분리 동정 하기 위하여 80% MeOH 수용액으로 추출하고 이를 여과, 감압 농축하여 MeOH추출물을 얻었다. 이를 EtOAc분획, *n*-BuOH분획, H₂O분획으로 나누었으며, EtOAc분획과 *n*-BuOH분획에 대해 silica gel 및 ODS column chromatography를 실시하여 4종의 이차대사산물을 분리 정제하였

다. ¹H-NMR, ¹³C-NMR, DEPT spectrum 및 mass spectrum등을 통하여 4-(methoxymethyl)phenol(1), α -methoxy-2,5-furandimethanol(2), phenyl- β -D-glucopyranoside(3) 및 2-phenylethyl- β -D-glucopyranoside(4)로 구조를 결정하였다. 이 화합물들은 순무에서는 처음 분리되었다.

사 사

본 연구는 강화군에서 지원하는 강화 특화 작목의 생리활성 탐색 및 효능 검증 연구비로 수행되었음.

인용문헌

- Itoh H, Yoshida R, Mizuno T, Kudo M, Nikuni S, Karki T (1984) Study on the contents of volatile isothiocyanate of cultivars of Brassica vegetables. Report Nat Food Res Inst 45:33-41
- Ju H, Chong C, Mullin W, Bilibie B (1982) Volatile isothiocyanates and nitriles from glucosinolates in rutabaga and turnip. J Am Soc Hort Sci 107:1050-1054
- Jung BS, Shin MK (1990) In Hyang Yak Dae Sa Jun. Young Lim Sa. Seoul, Korea. p 574
- Kang IH (1991) History of Culture in Korea (II). Samyangsa. Seoul. Korea. p 197
- Kim JS, Choi YH, Seo JH, Lee JW, Kim YS, Ryu SY, Kang JS, Kim YK, Kim SH (2004) Chemical constituents from the Root of Brassica campestris ssp rapa. Kor J Pharmacogn 35:259-263
- Lee YK, Woo MH, Kim CH, Kim YS, Lee SH, Jeong BS, Chang HW, Son JK (2007) Two new benzofurans from Gastrodia elata and their DNA topoisomerases I and II inhibitory activities. Planta Med 73:1287-1291
- Navickiene HMD, Lopes LMX (2001) Alkamides and phenethyl derivatives from Aristolochia gehrtii. J Brazil Chem Soc 12:467-472
- Piao MS, Kim MR, Lee DG, Park YK, Hahm KS, Moon YH, Woo ER (2003) Antioxidative constituents from Buddleia officinalis. Arch Pharm Res 26:453-457
- Sones K, Heaney R, Fenwick G (1984) An estimate of the mean daily intake of glucosinolates from cruciferous vegetables in the UK. J Sci Food Agric 35:712-720
- Taguchi H, Yoshioka I, Yamasaki K, Kim IH (1981) Studies on the constituents of Gastrodia elata Blume. Chem Pharm Bull 29:55-62
- Wilkinson A, Rhodes M, Fenwick R (1984) Myrosinase activity of cruciferous vegetables. J Sci Food Agric 35:543-552
- Yoneda Y, Krainz K, Liebner F, Potthast A, Rosenau T, Karakawa M, Kakatsubo F (2008) Furan endwise peeling of cellulose: Mechanistic studies and application perspectives of a novel reaction. Eur J Org Chem 2008:475-484

(접수일자 2009년 3월 12일, 수리일자 2009년 3월 18일)