

양지꽃(*Potentilla fragarioides*) 지상부의 항산화물질

최용화, 김명조, 이행순, 윤봉식¹, 胡昌序², 곽상수*

생명공학연구소 식물생화학 Research Unit, ¹세포기능제어 Research Unit,
²중국과학원 식물연구소

Antioxidative Compounds in Aerial Parts of *Potentilla fragarioides*

Yong-Hwa Choi, Myong-Jo Kim, Haeng-Soon Lee, Bong-Sik Yun¹,
Changxu Hu² and Sang-Soo Kwak*

Plant Biochemistry Research Unit; ¹Cell Function Regulator Research Unit,
Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology, P.O. Box 115, Yusong,
Taejeon 305-600, Korea; and ²Phytopharmaceutical Laboratory, Institute of Botany,
Academia Sinica, 20 Nanxin Cun, Beijing 100093, China

Abstract – Six antioxidative compounds in the aerial parts of *Potentilla fragarioides* were isolated by a bioassay guided purification using a DPPH free radical. They were identified as (+)-catechin, isoquercitrin, quercitrin, quercetin-3-O-β-D-glucopyranosyl-β-D-xylopyranoside, caffeic acid, and 4-O-caffeoyl-L-threonic acid on the basis of ¹H and ¹³C-NMR and MS data. The DPPH radical scavenging activity of five compounds (RC₅₀: 7.5~10.5 μg) except for quercitrin (16 μg) was more effective than those of α-tocopherol (12 μg) and BHA (14 μg).

Key words – *Potentilla fragarioides*; Rosaceae; antioxidant; DPPH radical; flavonoid.

최근 노화와 성인병 질환에 활성산소가 크게 관여하는 것이 밝혀져 활성산소종(reactive oxygen species)를 조절할 수 있는 물질인 항산화제의 개발연구가 활발히 진행되고 있다.^{1,2)} Superoxide dismutase, peroxidase, catalase 등의 항산화 효소와 tocopherol, ascorbate, carotenoid, glutathione 등의 천연물유래의 저분자 항산화물질에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다.³⁻⁶⁾ 그리고 BHT, BHA, Trolox C 등 합성 항산화제가 많이 개발되어 의약품과 식품분야에서 이용되고 있다.⁷⁻⁹⁾ 그러나 합성 항산화제에 대한 소비자의 기피성향과 합성 항산화제가 대량으로 투여된 동물실험에서 발암

성이 보고되고 있어 합성 항산화제의 사용이 점점 제한되고 있다.¹⁰⁾ 이로 인하여 천연 항산화제의 개발이 활발히 진행되어 여러물질들이 보고되고 있으나, 현재까지 이들 천연 항산화제는 효력, 비용면에서 합성 항산화제인 BHT와 BHA를 능가하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 효력이 탁월하고 보다 안전한 새로운 천연 항산화제의 개발이 절실히 요구된다. 생약으로 사용되는 약용식물에는 아마도 많은 종류의 항산화물질이 존재하며 이들 성분이 우리몸을 건강하게 하는 역할에 기여하는 것으로 생각한다.

저자들은 중국산 약용식물 30종의 지상부 추출물을 대상으로 항산화활성을 조사하여, 해당화(*Rosa rugosa*), 큰뽕나무(*Geum aleppicum*), 물싸리(*Potentilla fruticosa*)와 더불어 양지꽃(*Potentilla*

*교신저자 : Fax 042-860-4608

fragarioides) 추출물이 높은 항산화 활성이 있음을 밝혔다.¹¹⁾ 그중 가장 높은 항산화활성을 나타낸 해당화(*R. rugosa*)의 지상부로부터 isoquercitrin과 β -glucogallin을 분리하여 보고하였다.¹¹⁾ 양지꽃(*P. fragarioides*)은 장미과(Rosaceae)에 속하는 다년생 초본식물로서 양지에서 잘 자라며, 식물체 전체 및 뿌리는 보음, 지혈효과를 나타내는 것으로 알려져 있다.¹²⁾ 아직 양지꽃에 함유되어 있는 항산화활성물질에 대한 연구는 보고된 바 없다.

본 연구에서는 양지꽃을 대상으로 항산화활성물질의 규명을 목적으로 DPPH free radical 소거법¹³⁾을 지표로 하여, 6종의 항산화물질을 분리하여 그 구조를 밝히고 이들 화합물이 갖는 항산화활성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료 - 본 연구에 사용된 양지꽃(*Potentilla fragarioides*)은 1996년 8월 중국과학원 식물연구소 북경식물원(Beijing Botanical Garden, Institute of Botany, Academia Sinica) 약용식물포장에서 채취하였다. 식물체와 식물표본은 북경식물원에 보존하고 있다.

시약 및 기기 - DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)와 α -tocopherol은 Sigma사 제품을, BHA(butylated hydroxytoluene)는 Kantosa 제품을 사용하였다. 흡광도는 Miton Ray Spectronic 3000 Array를 사용하여 측정하였다. ¹H-NMR(300 MHz) 및 ¹³C-NMR(75.5 MHz) spectrum는 Bruker DRX-300 spectrometer를, FAB-MS spectrum은 Concept-1S(KRATOS)를, EI-MS spectrum은 MS-engine 5989A(Hewlett packard)를 사용하였다. Column chromatography(c.c.)는 silica gel(70~230 mesh, Merck), ODS gel(70~230 mesh, YMC), Sephadex LH-20(75~150 mesh, Pharmacia)를 사용하였다. HPLC는 YMC C₁₈ column(250×20 mm)을 연결한 Spectra-Physics SP-8800 (U.S.A.)를 사용하였다.

추출 및 분획 - 음지 실온에서 건조시킨 양지꽃의 지상부 460 g을 100% methanol (MeOH) 10 l로 2회 추출하여 농축 건조시켜 MeOH 추출물(78 g)

을 얻었다. MeOH 추출물을 증류수(H₂O)에 현탁시켜 *n*-hexane, chloroform(CHCl₃), ethyl acetate(EtOAc) 및 *n*-butanol(BuOH)을 사용하여 순차적으로 용매분획하여, hexane분획 18 g, CHCl₃분획 14 g, EtOAc분획 8.8 g, BuOH분획 15.6 g과 H₂O분획 21.6 g을 얻었다.

항산화물질의 분리 - 양지꽃을 용매분획하여 항산화활성이 강하게 나타난 EtOAc분획, BuOH분획 그리고 H₂O분획을 DPPH free radical 소거법을 지표로 항산화 활성물질을 분리하였다. EtOAc분획을 silica gel(300 g) c.c.에 충전시킨 후 CHCl₃-MeOH의 용매계로 순차용출(step-wise)시켰다. 활성분획(60% MeOH in CHCl₃)은 ODS gel(100 g) c.c.(용매: MeOH-H₂O)를 실시하여 활성분획 I(100% H₂O)과 활성분획 II(MeOH in H₂O)를 얻었다. 활성분획 I은 Sephadex LH-20 c.c.(100 g, CHCl₃:MeOH=1:4, v/v)를 실시하여 활성분획(1.6~1.75 Ve/Vt, 16 mg)을 분리하여, 45% MeOH 용매계로 YMC C₁₈ column을 사용한 HPLC(유속 6 ml/min)로 compound 1(306 mg)을 얻었다. 활성분획 II는 상기와 같은 조건의 ODS HPLC를 실시하여 compound 2(11.7 mg)와 compound 3(50.8 mg)을 분리하였다. BuOH분획은 silica gel c.c.(용매: CHCl₃-MeOH)를 실시하여 활성분획 III(70% MeOH in CHCl₃, 4 g)과 활성분획 IV(80~100% MeOH in CHCl₃, 3 g)를 얻었다. 활성분획 III은 ODS gel(200 g) c.c.(용매: MeOH-H₂O)을 실시하여 활성분획(20~40% MeOH in H₂O)을 얻었다. 이 활성분획을 Sephadex LH-20(100 g, MeOH:H₂O=1:4, v/v)을 실시하여 활성분획(1.15~1.55 Ve/Vt, 16 mg)를 얻어 상기의 ODS HPLC(용매계: 50% MeOH)를 실시하여 compound 4(16.9 mg)을 분리하였다. 활성분획 IV는 ODS gel c.c.을 실시하여 활성분획(20% MeOH in H₂O)를 얻어 이를 Sephadex LH-20 c.c.을 실시하여 얻은 활성분획(1.01~1.13 Ve/Vt, 28.7 mg)을 ODS HPLC로 정제하여 compound 5(7 mg)을 얻었다. H₂O분획은 silica gel c.c.(500 g, 용매계: MeOH-H₂O)을 실시하여 활성분획(10~20% H₂O in MeOH)을 얻어, 이를 다시 ODS c.c.(100 g, 용매계: 50% MeOH in MeOH)을 실시 활성분획을 얻었다. 이를 최종적으로

Sephadex LH-20 c.c.(200 g, 용매계: 80% MeOH in H₂O)을 실시하여 compound 6(0.931.00, Ve/Vt, 28.7 mg)을 얻었다.

Compound 1 - EI-MS m/z 290 [M]⁺; ¹H-NMR(CD₃OD) δ 6.83(1H, d, $J=1.5$ Hz, H-2'), 6.76(1H, d, $J=8.1$ Hz, H-5'), 6.72(1H, dd, $J=1.8, 8.1$ Hz, H-6'), 5.93(1H, d, $J=2.1$ Hz, H-8), 5.85(1H, d, $J=2.1$ Hz, H-6), 4.56(1H, d, $J=7.5$ Hz, H-2), 3.97(1H, ddd, $J=5.4, 7.5, 8.2$ Hz, H-3), 2.85(1H, dd, $J=5.4, 16.1$ Hz, H-4(ax)), 2.49(1H, dd, $J=5.4, 16.1$ Hz, H-4(eq)); ¹³C-NMR (CD₃OD) δ 157.9(C-9), 157.6(C-5), 156.9(C-7), 146.2(C-3' & 4'), 132.2(C-1'), 120.0(C-6'), 116.0(C-5'), 115.3(C-2'), 100.8(C-10), 96.3(C-6), 95.5(C-8), 82.9(C-2), 68.8(C-3)'; 28.5(C-4).

Compound 2 - FAB-MS m/z 465 [M+H]⁺; ¹H-NMR(CD₃OD) δ 7.71(1H, brd, H-2'), 7.58(1H, d, $J=8.2$ Hz, H-6'), 6.87(1H, d, $J=8.2$ Hz, H-5'), 6.38(1H, brd, H-8), 6.20(1H, brd, H-6), 5.24(1H, d, $J=7.2$ Hz, H-1''); ¹³C-NMR (CD₃OD) δ 179.5(C-4), 166.1(C-7), 163.0(C-9), 159.0(C-5), 158.4(C-2), 149.9(C-4'), 145.9(C-3'), 135.6(C-3), 123.2(C-6'), 123.1(C-1'), 117.5(C-5'), 116.0(C-2'), 105.6(C-10), 104.3(C-1''), 99.9(C-6), 94.7(C-8), 78.4(C-3''), 78.1(C-4''), 75.7(C-2''), 71.2(C-5''), 62.6(C-6'').

Compound 3 - FAB-MS m/z 449 [M+H]⁺; ¹H-NMR(CD₃OD) δ 7.34(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-2'), 6.91(1H, d, $J=8.2$ Hz, H-5'), 6.37(1H, d, $J=2.0$, H-8), 6.20(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-6), 5.35(1H, d, $J=1.5$ Hz, H-1'), 4.22(1H, dd, $J=1.7, 3.3$, H-2''), 3.74(1H, dd, $J=3.3, 9.17$, H-3''), 3.47-3.38(1H, m, H-4''), 3.36-3.30(1H, m, H-5''), 0.94(3H, d, $J=5.9$ Hz, H-6''); ¹³C-NMR (CD₃OD) δ 179.7(C-4), 166.0(C-7), 163.2(C-9), 159.3(C-5), 158.5(C-2), 149.8(C-4'), 146.4(C-3'), 136.2(C-3), 122.9(C-6'), 1229.8(C-1'), 117.0(C-5'), 116.4(C-2'), 105.9(C-10), 103.6(C-1''), 99.8(C-6), 94.7(C-8), 73.3(C-4''), 72.1(C-3''), 72.0(C-2''), 71.9(C-5''), 17.6(C-6'').

Compound 4 - FAB-MS m/z 597 [M+H]⁺:

¹H-NMR(CD₃OD) δ 7.64(1H, brd, H-2'), 7.61(1H, d, $J=2.1, 8.5$ Hz, H-6'), 6.87(1H, d, $J=8.5$ Hz, H-5'), 6.78(1H, d, $J=1.8$ Hz, H-8), 6.19(1H, d, $J=1.8$ Hz, H-6), 5.50(1H, d, $J=7.5$ Hz, H-1'), 4.76(1H, dd, $J=2.0, 5.0$ Hz, H-1''); ¹³C-NMR (CD₃OD) δ 179.6(C-4), 165.8(C-7), 163.1(C-9), 158.4(C-5), 158.3(C-2), 149.7(C-4'), 146.0(C-3'), 135.1(C-3), 123.4(C-1'), 123.2(C-6'), 117.3(C-5'), 116.1(C-2'), 105.8(C-10), 105.3(C-1''), 100.9(C-1'), 99.8(C-6), 94.6(C-8), 82.3(C-3''), 78.3(C-3''), 78.2(C-5''), 77.0(C-2''), 74.9(C-2''), 71.1(C-4''), 71.0(C-4''), 66.6(C-6''), 62.4(C-5'').

Compound 5 - FAB-MS m/z 181 [M+H]⁺; ¹H-NMR(CD₃OD) δ 7.56(1H, d, $J=15.9$ Hz, H-1'), 7.04(1H, d, $J=1.8$ Hz, H-2), 6.94(1H, dd, $J=1.8, 8.2$ Hz, H-6), 6.77(1H, d, $J=8.2$ Hz, H-5), 6.27(1H, d, $J=15.9$ Hz, H-2''); ¹³C-NMR (CD₃OD) δ 169.2(C-3'), 149.6(C-4), 147.0(C-1'), 146.9(C-3), 127.8(C-1), 122.9(C-6), 116.5(C-5), 115.1(C-2 & 2').

Compound 6 - FAB-MS m/z 299 [M+H]⁺; ¹H-NMR(CD₃OD) δ 7.59(1H, d, $J=15.9$ Hz, H-7'), 7.05(1H, d, $J=2.0$ Hz, H-2'), 6.95(1H, dd, $J=2.0, 8.2$ Hz, H-6'), 6.78(1H, d, $J=8.2$ Hz, H-5'), 6.30(1H, d, $J=1.9$ Hz, H-8'), 4.26(2H, dd, $J=1.2, 6.3$ Hz, H-4), 4.19(1H, m, H-3), 3.88(1H, d, $J=2.3$ Hz, H-2); ¹³C-NMR (CD₃OD) δ 178.7(C-1), 169.2(C-9'), 149.6(C-4'), 147.0(C-7'), 146.8(C-5'), 127.8(C-1'), 130.0(C-2'), 116.5(C-3'), 115.1(C-6' & 8'), 73.2(C-2), 71.7(C-3), 66.7(C-4).

Compound 4의 산가수분해 - Compound 4를 TLC (ODS)에 spotting하여 C-HCl로 포화필폐된 TLC-chamber에 넣어 약 5시간 방치하여 가수분해하였다. 표준품 D-glucose와 D-xylose를 spotting한 후 용매계 (EtOAc:MeOH:H₂O:AcOH = 7:1:1:0.6)로 전개하여 compound 4의 분해산물이 D-glucose와 D-xylose임을 확인하였다.

DPPH free radical 소거법에 의한 항산화활성 - 각 정제단계의 분획은 최 등¹³⁾의 방법에 의한 DPPH free radical 소거법에 의해 항산화활성을 측정하

었다. 여러 농도의 시료를 4 ml의 MeOH에 녹여, 1.5×10^{-4} M DPPH MeOH 용액 1 ml를 첨가한 후, 30분 간 실온에 방치후 517 nm에서의 흡광도를 측정하였다. 시료를 첨가하지 않은 대조군의 흡광도를 1/2로 감소시키는데 필요한 시료의 양(μg)을 RC_{50} 으로 나타냈으며, 기존의 항산화제인 α -tocopherol 및 BHA와 비교하였다.

결과 및 고찰

양지꽃 지상부의 MeOH추출물을 hexane, CHCl_3 , EtOAc, BuOH, H_2O 로 용매분획하여 각각의 분획을 대상으로 DPPH free radical 소거법에 의한 항산화활성을 조사한 결과, EtOAc분획, BuOH분획, H_2O 분획에서 강한 항산화활성(RC_{50} : 20~34 μg)을 나타냈으며, hexane과 CHCl_3 분획에서는 상대적으로 낮은 활성을 나타내었다(Table I). 활성이 높았던 EtOAc분획(RC_{50} : 20 μg), BuOH분획(RC_{50} : 23 μg), H_2O 분획(RC_{50} : 34 μg)을 대상으로 항산화물질을 규명하였다. 이들 분획을 각각 silica gel c. c., ODS gel c.c., GPC c.c. 및 HPLC에 의하여 순차적으로 정제하여 최종적으로 EtOAc분획으로부터 compound 1~3을, BuOH분획으로부터 compound 4, 5를, H_2O 분획으로부터 compound 6을 각각 단일물질로 분리하였다.

Compound 1은 $^1\text{H-NMR}$ 상 5.93~2.46 ppm에 chromanol 유래의 proton signal이 관찰되었으며, ^1H - 및 $^{13}\text{C-NMR}$, 그리고 HMBC의 분석결과로부터 chromanol 환의 2위치에 결합된 benzene 환에 그 결합위치의 *para*위치와 *meta*위치에 인접 hydroxyl기의 존재가 확인되었다. 또 chromanol

환의 2위치 proton(4.56 ppm)의 coupling constant가 7.5 Hz인 사실로부터 2위치에 결합된 B-ring과 3위에 결합된 hydroxyl기는 *trans*-form임이 확인되어 (+)-catechin으로 동정하였다.¹⁴⁾

Compound 2은 $^1\text{H-NMR}$ 에서 5.24 ppm의 anomeric proton($J=7.2$ Hz, d)과 3.7~3.1 ppm의 β -glucose에 귀속되어지는 일련의 proton signal 및 7.7~6.2 ppm의 aglycon에 상당하는 flavone 유래의 signal에 더하여 $^{13}\text{C-NMR}$ 의 data와 문헌치¹⁴⁾를 비교한 결과, quercetin의 3위치에 β -D-glucose가 결합된 isoquercitrin(quercetin-3- β -D-glucoside)으로 추정되었으며, 표준품과 비교 검토한 결과 spectrum이 일치하여 compound 1은 isoquercitrin인 것으로 판명되었다.¹⁵⁾

Compound 3는 7.34~6.2 ppm에 상기의 compound 1과 동일한 유형의 proton signal이 관찰되어 quercetin의 존재가 확인되었으며, 5.35 ppm의 anomeric proton ($J=1.5$ Hz)과 4.23~3.3 ppm에 rhamnose에 귀속되어지는 전형적인 proton signal이 관찰되었고, $^{13}\text{C-NMR}$ 의 data 및 문헌치를 비교한 결과 quercitrin(quercetin-3-*O*- α -L-rhamnoside)으로 동정하였다.¹⁶⁾

Compound 4는 $^1\text{H-NMR}$ 에서 7.6~6.1 ppm에 quercetin에 귀속되어지는 일련의 proton signal이 관찰되었으며, 5.5와 4.7 ppm에 관찰된 2개의 anomeric proton과 3.9~3.1 ppm에 당유래의 proton이 관찰되었다. FAB-MS spectrum에서 m/z 597 [$\text{M}+\text{H}$]⁺의 molecular ion peak, m/z 465에서 xylose가 탈락된 fragment ion peak와 다시 m/z 303에서 glucose가 탈락한 fragment ion peak가 관찰되었다. TLC상에서 산 가수분해하여 표준품과 비교검토한 결과 D-glucose와 D-xylose임을 알수가 있었다. 또한 HMBC 상에서 D-glucose의 anomeric proton과 quercetin의 3위치 탄소간과 D-glucose의 6위치 methylene proton과 D-xylose의 anomeric 탄소간에 cross peak가 관찰되어 quercetin-3-*O*- β -D-glucopyranosyl- β -D-xylopyranoside로 동정하였다.¹⁷⁾

Compound 5는 $^1\text{H-NMR}$ 에서 7.0~7.75 ppm에 benzene의 *ortho*와 *meta*위치에 각각 존재하는 proton signal 및 7.56과 7.27 ppm에 *trans*-

Table I. DPPH free radical scavenging activity of methanol extracts from aerial parts of *Potentilla fragarioides* and their solvent fractionations

Fractions	RC_{50}^a (μg)
Methanol extract	31
<i>n</i> -Hexane fraction	>100
CHCl_3 fraction	>100
EtOAc fraction	20
<i>n</i> -BuOH fraction	23
Aqueous fraction	34

^aAmount required for 50% reduction of DPPH after 30 min.

form의 olefinic 유래의 signal(d, $J=15.88$ Hz)이 각각 관찰되었으며, MS(m/z 181 $[M+H]^+$) 및 ^{13}C -NMR data를 문헌치와 비교 검토한 결과 caffeic acid로 동정되었다.¹⁸⁾

Compound 6은 1H -NMR spectrum에서 7.6~6.1 ppm에 상기 compound 5과 동일한 페틴의 signal이 관찰되어 caffeoyl moiety의 존재가 확인되었으며, 4.3~4.9 ppm의 proton signal 및 ^{13}C -NMR상 178.7 ppm의 carboxyl기 유래의 carbon signal이 관찰되어 trihydroxy-butyrlic acid의 존재가 확인되었다. 한편 HMBC상에서 trihydroxy-butyrlic acid의 methylene proton과 caffeic acid의 carboxyl 탄소간에 cross peak가 관찰되어 4-O-caffeoyl-L-threonic acid로 동정되었다.¹⁹⁾

이상과 같이 중국에서 채취한 양지꽃의 지상부로부터 6종의 항산화활성물질을 분리·동정하였다(Fig. 1). 이들 화합물들은 모두 기준에 밝혀진 화합물들이지만, 약용식물인 양지꽃에 함유되어 있는 화

학성분으로는 본 연구에서 처음 밝혀졌다. 본 연구에서 분리된 화합물들의 DPPH 소거법에 의한 항산화활성을 Table II에 나타내었다. 양지꽃에는 여러 종류의 flavonoid계 항산화물질이 다량으로 존재하며, catechin이 가장 많은 비중을 차지하는 항산화활성물질임이 시사되었다. 구조결정된 6종 화합물에서 quercitrin을 제외한 화합물의 항산화활성(RC_{50} : 7.5~10.5 μ g)은 천연 항산화제인 α -tocopherol과 합성 항산화제인 BHA 보다 높게 나타났다. 최근 연구에서 인체질병의 대부분이 독성의 활성산소종이 직·간접적으로 관여하여 발병한다고 한다. 많은 종류의 건강식품의 내용물에는 여러 종류의 항산화물질이 포함되어 있다. 따라서, 본 연구에서 밝혀진 항산화물질을 다량으로 함유하고 있는 약용식물 양지꽃은 건강식품, 의약품 등의 소재로 활용이 기대된다.

최근 식물유래 대표적인 항산화물질인 ascorbate(vitamin C)가 식물의 환경스트레스 내성에 관여하는 중요한 인자임이 밝혀졌다.²⁰⁾ 즉 오존, 자

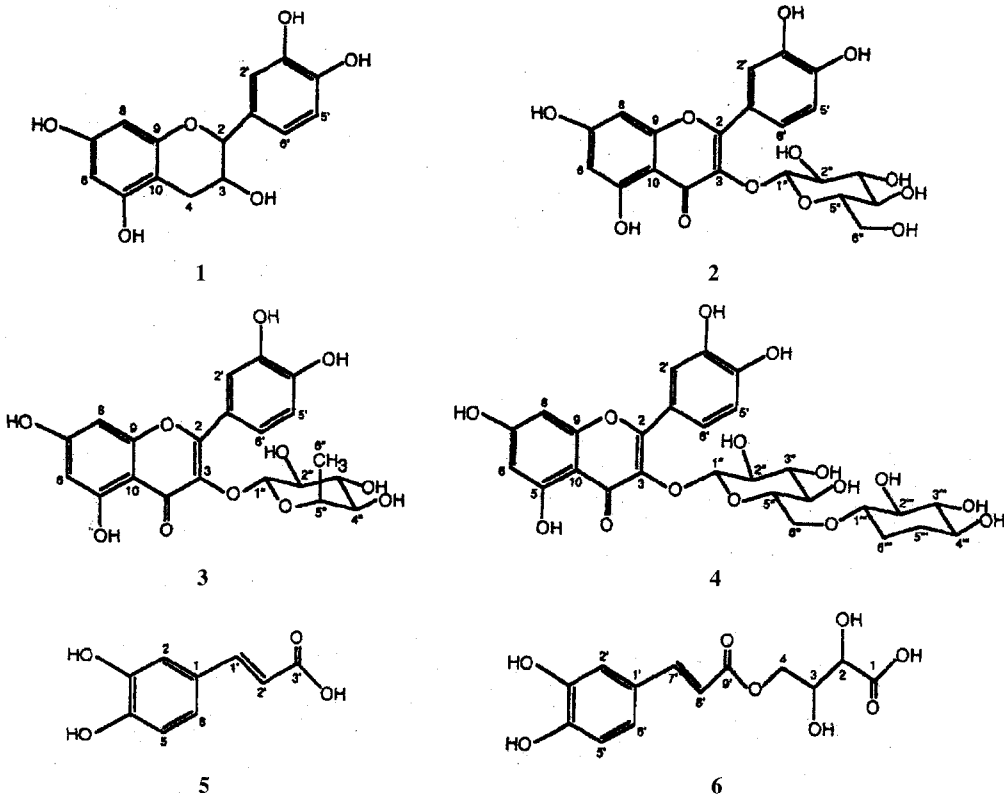


Fig. 1. The structures of six antioxidative compounds isolated from aerial parts of *Potentilla fragarioides*.

Table II. DPPH free radical scavenging activity of six compounds isolated from aerial parts of *Potentilla fragarioides*, and authentic BHA and α -tocopherol compounds

Compounds	RC ₅₀ ^a (μ g)
Compound 1	9
Compound 2	10.5
Compound 3	19
Compound 4	9
Compound 5	7.8
Compound 6	7.5
BHA	14
<i>a</i> -Tocopherol	12

^aAmount required for 50% reduction of DPPH after 30 min.

외선 등의 피해가 심한 *Arabidopsis* 식물체가 정상식물체에 비해 약 30%의 ascorbate만 생산하였으나, 외부에서 ascorbate를 처리한 후에는 오존, 자외선의 피해가 줄어 정상식물과 같았다. 본 연구에서 규명된 양지꽃 지상부에 다량으로 함유되어 있는 flavonoid계 및 phenol계 항산화물질은 외부 환경스트레스에 의해 과다하게 발생하는 활성산소를 제거하기 위해 작용하는 중요한 환경내성인자로 사료된다. 식물체내에 함유되어 있는 다양한 항산화물질의 정확한 역할에 대해서는 자세한 연구가 있어야 하겠다.

결 론

양지꽃(*Potentilla fragarioides*)의 지상부를 대상으로 DPPH free radical 소거법을 이용하여 6종의 항산화활성물질을 분리하였다. 분리된 활성물질은 NMR과 mass 분석에 의하여 (+)-catechin, isoquercitrin, quercitrin, quercetin-3-O- β -D-glucopyranosyl- β -D-xylopyranoside, caffeic acid, 4-O-caffeoyl-L-threonic acid로 밝혀졌다. Quercitrin을 제외한 모든 화합물의 DPPH free radical 소거법에 의한 항산화활성(RC₅₀: 7.5~10.5 μ g)은 BHA(14 μ g)와 α -tocopherol(12 μ g) 보다 강했다.

사 사

본 연구는 APEC 국제공동연구과제의 결과이다.

원고에 세심한 논평과 수정을 해준 문제학박사에게 감사한다.

인용문헌

- Packer, L. and Glazer, A. N. (1993) Oxygen radicals in biological systems: Oxygen radicals and antioxidants. Academic Press, Inc., New York.
- Niki, E., Shimasaki, H. and Mino, M. (1994) Antioxidants: Free radicals and biological defense. Japan Scientific Societies Press, Inc., Tokyo.
- Alscher, R. G. and Hess, J. L. (1993) Antioxidants in higher plants. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.
- Chang, S. S., Ostric-Matijasevice, B., Hsieh-liver, A. I. and Hyung, C. L. (1977) Natural antioxidants from rosemary and sage. *J. Food Sci.* 42: 1102-1110.
- Hammerschmidt, P. A. and Pratt, D. E. (1977) Phenolic antioxidants of dried soybeans. *J. Food Sci.* 43: 556-561.
- Pratt, D. E. and Watts, B. W. (1964) The antioxidant activity of vegetable extracts. I. Flavone aglycones. *J. Food Sci.* 29: 17-24.
- Kitahara, K., Matsumoto, Y., Ueda, H. and Ueoka, R. (1992) A remarkable antioxidation effect of natural phenol derivatives on the autoxidation of γ -irradiated methyl linoleate. *Chem. Pharm. Bull.* 40: 2208-2209.
- Hatano, T. (1995) Constituents of natural medicines with scavenging effects on active oxygen species-Tannins and related polyphenols. *Natural Medicines* 49: 357-363.
- Masaki, H., Sakaki, S., Atsumi, T. and Sakurai, H. (1995) Active-oxygen scavenging activity of plant extracts. *Biol. Pharm. Bull.* 18: 162-166.
- Branen, A. L. (1975) Toxicological and biochemistry of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene. *JAOCS* 52: 59-63.
- Choi, Y. H., Kim, M. J., Lee, H. S., Hu, C. X. and Kwak, S. S. (1997) Antioxidants in leaves of *Rosa rugosa*. *Kor. J. Pharmacogn.* 28(4): 179-184.
- Kim, J. K. (1989) Illustrated natural drugs encyclopedia, 1, 423. Namsandang, Seoul.
- Choi, J. S., Lee, J. H., Park, H. J., Kim, H. G., Young, H. S. and Mun, S. I. (1993) Screening

- for antioxidant activity of plants and marine algae and its active principles from *Prunus davidiana*. *Kor. J. Pharmacogn.* 24: 299-303.
14. Young, H. S., Park, J. C. and Choi, J. S. (1987) Isolation of (+)-catechin from the roots of *Rosa rugosa*. *Kor. J. Pharmacogn.* 18: 177-179.
15. Kang, S. S. and Woo, W. S. (1984) Flavonol glycosides from the leaves of *Zizyphus jujuba*. *Kor. J. Pharmacogn.* 15: 176-178.
16. Park, J. C., Kim, B. W. and Young, H. S. (1990) Further study on the flavonoids from the leaves of *Machilus thunbergii* in Korea. *Kor. J. Pharmacogn.* 21: 197-200.
17. Bohm, B. A. (1979) Flavonoids of *Tolmiea menziesii*. *Phytochemistry* 18: 1079-1080.
18. Aldrich library of ^{13}C and ^1H FTNMR spectra (1993) 2, 1058B.
19. Hahn, R. and Nahrstedt, A. (1993) Hydroxycinnamic acid derivatives, caffeoylmalic and new caffeoylaldonic acid esters, from *Chelidonium majus*. *Planta Med.* 59: 71-75.
20. Conklin, P. L., Williams, E. H. and Last, R. L. (1997) Environmental stress sensitivity of an ascorbic acid-deficient *Arabidopsis mutant*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 93: 9970-9974.

(1998년 3월 16일 접수)