

왕벚나무 껍질로부터 Naringenin, Sakuranetin, Prunetin의 분리 및 함량 분석

김은남 · 김성철 · 정길생*
계명대학교 약학대학

Isolation and Quantitative Analysis of Naringenin, Sakuranetin and Prunetin from the Barks of *Prunus yedoensis*

Eun-Nam Kim, Sung-Cheol Kim, and Gil-Saeng Jeong*

College of Pharmacy, Keimyung University, Daegu, Dalgubeol-daero 1095, (42601), Korea

Abstract – *Prunus yedoensis* Matsum. (Rosaceae) has been used for cough, urticaria, pruritus, dermatitis, asthma and relaxation in traditional Korean medicine. In this study, naringenin, sakuranetin and prunetin were isolated from the barks of *P. yedoensis* and quantification were performed by using high performance liquid chromatography (HPLC) method with diode array detector. The structures of naringenin and sakuranetin, prunetin were identified NMR spectroscopic data analysis. The content of each compound was analyzed by HPLC and the analytical method was validated through linearity, precision, accuracy and specificity test. The result showed that calibration curves of three compounds naringenin, sakuranetin and prunetin indicated great linearity with a correlation coefficient (R^2) of 1.00, 1.00 and 0.99. Intra and inter day measurement accuracy of the three compounds ranged from 92.70 ~ 112.70%, and showed precision was less than 3%. Therefore, the content analysis showed that naringenin ($0.132 \pm 0.016\%$), sakuranetin ($0.108 \pm 0.023\%$), and prunetin ($0.059 \pm 0.014\%$).

Keywords– HPLC, *Prunus yedoensis* Matsum., Sakuranetin, Naringenin, Prunetin

왕벚나무(*Prunus yedoensis* Matsum.)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 낙엽 교목으로 한국과 일본에 널리 분포하고 한 방에서 벚나무속(*Prunus*)의 산벚나무(*Prunus sargentii* Rehder)와 벚나무(*Prunus serrulata* var. *spontanea* (Maxim.) E.H.Wilson) 껍질과 함께 화피라 불리며 기침, 두드러기, 소양증, 천식, 홍역 등의 약으로 쓰였다.¹⁻⁴ 왕벚나무의 생육과 형태학적인 특징은 잎이 어긋나고 타원형의 달걀 모양 또는 거꾸로 선 달걀 모양을 가지며, 4월에 꽃이 잎보다 먼저 피고 6~7월경에는 둥근 열매가 적황색에서 자흑색으로 익는다.⁵ 이러한 왕벚나무의 잎, 꽃, 껍질을 비롯한 열매는 항산화, 항염증, 항암작용이 있다고 보고되었으며,⁶⁻¹² 왕벚나무의 주요 성분 연구로는 여러 약리활성을 가지는 flavonoids 류 성분들이 보고되었다.¹³ 특히 왕벚나무껍질로부터 청산배당체 계열의 성분이 분리되어 왔고, sakuranetin과 prunetin은 *prunus*속의 대표적인 지표물질로 활용되었다.^{6,11} Flavonoid에 속하는 naringenin, sakuranetin 그리고 prunetin

은 다양한 효능을 가진 생리활성 물질로서 항염증 효과를 가지며,^{14,15} 그중 naringenin은 골육종 억제와 항죽상경화 효과를 나타내고,^{16,17} sakuranetin과 prunetin은 항산화, 항비만 효과에 대한 연구가 보고되었다.^{18,19} 하지만 이러한 효능 연구에도 불구하고 왕벚나무에 함유된 naringenin과 sakuranetin, prunetin의 함량에 대한 연구는 아직 보고된 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 왕벚나무껍질에 함유된 지표성분 중 naringenin과 sakuranetin, prunetin을 분리하여 구조를 확인하였으며, HPLC-DAD를 이용하여 함량 분석을 실시하였다.

재료 및 방법

실험재료 – 본 실험에 사용된 왕벚나무 껍질은 2019년 2월 대구약령시장에서 구입하여 계명대학교 약학대학 정길생 교수가 동정하였으며, 표본은 계명대학교 약학대학 생약학연구실에 보관하였다(확증표본 번호: KMU-2019-0523).

기기 및 시약 – 본 실험에서 지표물질 분리를 위해 대정화금(Siheung, Korea)의 chloroform, ethyl acetate를 사용하

*교신저자(E-mail): gsjeong@kmu.ac.kr
(Tel): +82-53-580-6649

였다. Shimadzu(Kyoto, Japan)사의 HPLC-UV system을 사용하였으며, Shiseido(Tokyo, Japan)사의 C18(4.6 mm×250 mm) 컬럼을 사용하였다. 분석 용매로 사용한 acetonitrile과 water는 Fisher(Hampton, NH, USA)사의 HPLC grade를 사용하였으며, silica gel은 Merck(Darmstadt, Germany)사의 제품을 사용하였다. JEOL(Tokyo, Japan)사 NMR(Nuclear magnetic resonance) spectrum JNM-ECZ500R 모델을 사용하여 분리된 화합물을 확인하였으며, 화합물의 분자량은 Agilent 6400 series ESI-MS(Electrospray ionization mass spectrometry)를 사용하여 측정하였다. NMR 분석용매로 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)사의 DMSO- d_6 와 CD₃OD를 사용하였다.

지표성분 분리 - 왕벚나무 건조 껍질 3 kg을 증류수 3 L로 100°C에서 3시간 환류냉각추출 후 여과, 감압 농축하여 215 g의 물 추출물을 얻었다. 그 후 추출물을 증류수로 현탁하여 chloroform과 ethyl acetate로 계통분획하여 각각 15.1 g과 23.2 g의 분획물을 얻었다. 그 중 chloroform 분획 15.1 g에 대해 open column chromatography(ether-acetone=20:1→1:2)를 실시하여 20개의 소분획(Fr. 1~Fr. 20)을 얻었다. 소분획 Fr. 5에 대해 Sephadex LH-20(GE Healthcare Life Sciences) column chromatography로 용리하여 얻어진 5개의 소분획(Fr. 5-1~Fr. 5-5)을 얻었다. 그 중 Fr. 5-3(233 mg)을 MPLC(MeOH:H₂O=10:1→1:1)로 용리하여 얻어진 Fr. 5-3-1에서 naringenin(12 mg), 5-3-2에서 sakuranetin(22 mg)과 prunetin(13 mg)을 얻었다.

Naringenin - ¹H NMR (500 MHz, CD₃OD/DMSO- d_6) δ: 7.25 (d, $J=8.5$ Hz, H-2', 6'), 6.77 (d, $J=8.5$ Hz, H-3', 5'), 5.82 (s, H-6, 8), 5.32 (dd, $J=12.9$ and 2.8 Hz, H-2), 3.12 (dd, $J=17.1$ and 12.9, H-3a), 2.60 (dd, $J=17.1$ and 2.8 Hz, H-3b). ¹³C NMR (500 MHz, CD₃OD/DMSO- d_6) δ: 196.6 (C-4), 166.9 (C-9), 163.8 (C-7), 163.5 (C-4'), 158.0 (C-5), 129.5 (C-1'), 129.4 (C-6), 128.5 (C-2', 6'), 115.4 (C-3', 5'), 102.1 (C-10), 95.2 (C-8), 79.0 (C-2), 42.5 (C-3); ESI-MS; m/z 273.2 [M+H]⁺.

Sakuranetin - ¹H NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 7.30 (d, $J=8.5$ Hz, H-2', 6'), 6.78 (d, $J=8.5$ Hz, H-3', 5'), 6.02 (s, H-6, 8), 5.34 (dd, $J=13.0$ and 3.0 Hz, H-2), 3.81 (s, OCH₃-7), 3.12 (dd, $J=17.2$ and 13.0 Hz, H-3a), 2.72 (dd, $J=17.2$ and 3.0 Hz, H-3b). ¹³C NMR (500 MHz, CD₃OD) δ: 196.9 (C-4), 168.2 (C-4'), 163.9 (C-7), 163.4 (C-5), 157.8 (C-9), 129.6 (C-1'), 127.7 (C-2', 6'), 127.6 (C-6), 115.0 (C-3', 5'), 102.7 (C-10), 93.6 (C-8), 79.3 (C-2), 54.9 (OCH₃), 42.7 (C-3); ESI-MS; m/z 286.2 [M+H]⁺.

Prunetin - ¹H NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ: 9.58 (1H, brs, OH-4'), 8.41 (1H, s, H-2), 7.49 (1H, s, H-8), 7.36 (2H, d, $J=8.5$ Hz, H-2', 6'), 6.99 (1H, s, H-6), 6.80

(2H, d, $J=8.5$ Hz, H-3', 5'), 6.42 (1H, d, $J=2.0$ Hz, H-6), 3.76 (3H, s, 7-OCH₃). ¹³C-NMR (500 MHz, DMSO- d_6) δ: 181.0 (C-4), 165.5 (C-7), 162.3 (C-5), 158.1 (C-9, 4'), 155.0 (C-2), 130.7 (C-2', 6'), 122.5 (C-3), 121.5 (C-1'), 115.6 (C-3', 5'), 105.6 (C-10), 98.6 (C-6), 93.0 (C-8), 56.7 (OCH₃-7); ESI-MS; m/z 285.2 [M+H]⁺.

표준용액 및 분석시료 제조 - 검량선 작성을 위해 분리된 지표물질 naringenin과 sakuranetin, prunetin을 1.0 mg으로 칭량 후 acetonitrile로 각각 1 mg/ml의 농도로 혼합하여 계열 희석하였다. 이를 검량선 작성을 위한 표준용액으로 사용하였다. 분석시료는 왕벚나무 물 추출물 100 mg을 칭량하여 10 ml의 acetonitrile에 녹여 0.45 μm membrane filter로 여과 후 사용하였다.

HPLC 분석조건 - 본 실험에서 naringenin과 sakuranetin, prunetin의 분석조건은 Table I의 조건에 따라 함량 분석을 실시하였다. 세 가지 화합물의 분리능을 높이기 위해 0.1% formic acid를 첨가한 water(A)와 acetonitrile(B)을 이동상으로 사용하였으며, 용매 조성을 시간대별로 달리하였다. 컬럼은 Shiseido(Tokyo, Japan)사의 C18(4.6 mm×250 mm)컬럼을 사용하였으며, 이동상의 유속은 1.0 ml/min, column oven temperature는 30°C로 구성되었다. Injection volume은 10 μl를 주입하였다. 세 가지 화합물 naringenin과 sakuranetin, prunetin의 λ_{max}는 260~280 nm이며, 문헌을 참고하여 280 nm 파장에서 분석을 실시하였다.^{20,21)}

직선성 평가 - 직선성 평가를 위해 naringenin과 sakuranetin, prunetin의 표준물질을 acetonitrile에 녹여 혼합한 후 0.5, 1, 2, 5, 10, 20 및 40 μg/ml의 농도로 계열 희석하여 HPLC 분석에 사용하였다. 3회 반복한 분석 결과를 바탕으로 하여 세 가지 표준물질에 대한 검량선을 작성하였으며, 검량선은 $y=ax+b$ (a: 검량선 기울기, b: y절편, x: 시료의 농도, y: peak의 면적)의 형태로 작성하였다. 이를 바탕으로 correlation coefficient(R^2)을 구하였으며, 직선성은 검량선의 R^2 값을 통해 판단하였다.

검출한계(LOD) 및 정량한계(LOQ) 측정 - Naringenin과 sakuranetin, prunetin의 검출 가능한 최소 농도(LOD)와 정량 가능한 최소 농도(LOQ)를 확인하기 위해 아래의 식에 따라 계산하였다.

$$\text{LOD} = 3.3 \times (\text{표준편차/기울기})$$

$$\text{LOQ} = 10 \times (\text{표준편차/기울기})$$

정밀성(Precision) 및 정확성(Accuracy) 평가 - 정량분석의 타당성 입증과 동일 시료에 대한 실험 환경 변동에 따른 변화 정도를 확인하기 위해 세 가지의 지표물질을 반복 분석하였다. 정밀성은 상대표준편차(RSD%)를 통해 평가하였으며, RSD% 값이 3% 이내로 정밀성 여부를 판단하였다. Intra-day test를 위해 3가지 직선성이 확인된 농도에서 24시

Table I. HPLC conditions for quantitative analysis

Parameters	Conditions		
Analytical column	Shiseido C18 (4.6×250 mm)		
HPLC	Shimadzu HPLC system		
Detector	Diode Array detector (280nm)		
	Solvent A : 0.1% formic acid in water		
	Solvent B : 0.1% formic acid in acetonitrile		
Mobile phase	Final time (min)	Solvent	
		A (%)	B (%)
	0	80	20
	40	80	20
	55	40	60
	70	80	20
Flow rate	1.0 ml/min		
Column oven temperature	30°C		
Injection volume	10 µl		
Run time	70 min		

간 이내 3회 반복 측정된 결과로 상대표준편차를 구하여 평가하였으며, Inter-day test 또한 위와 같은 농도로 3회 반복 측정된 결과의 상대표준편차를 계산하여 평가하였다.

동시분석법을 이용한 함량분석 – 왕벚나무껍질의 물 추출물로부터 분리한 Flavonoid 3종에 대해 HPLC-UV를 이용해 함량분석을 실시하였다. 지표성분 naringenin과 sakuranetin, prunetin의 피크가 다른 성분들의 피크에 영향을 받지 않고 분석하였으며, 표준용액 chromatogram의 피크 면적을 통해 구해진 검량선 3가지 지표성분의 피크 면적을 대입하여 함량을 구하였다.

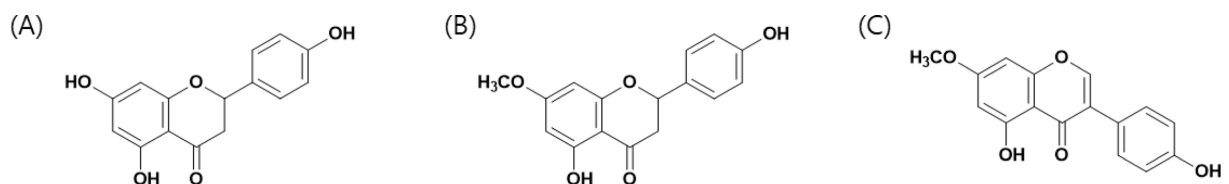
결과 및 고찰

분석조건의 확립 – 왕벚나무껍질의 물 추출물로부터 분리 정제한 naringenin과 sakuranetin, prunetin을 지표물질로 사용하였으며(Fig. 1), 분리 물질에 대한 ¹H-NMR, ¹³C-NMR 분석을 통해 구조가 문헌과 일치함을 확인하였다.²²⁾ 지표물질과 왕벚나무껍질의 물 추출물의 chromatogram의 retention time과 파장을 비교하여 다른 성분들의 간섭이 없음을 확인

하였으며, naringenin과 sakuranetin, prunetin은 각각 50.94 min, 58.07 min, 58.82 min에서 각각 검출되었다(Fig. 2).

분석법의 검량선 및 검출한계 측정 – 지표물질의 직선성, 검출한계(LOD) 및 정량한계(LOQ)를 평가하고자 naringenin과 sakuranetin, prunetin 1 mg을 칭량하여 acetonitrile 1 ml에 녹인 후 7가지의 농도로 계열 희석하여 HPLC분석을 시행하였다. 분석결과에 따라 y축은 peak area(mAU×100), x축은 표준용액의 농도(µg/ml)로 하는 표준물질의 검량선을 작성하여 linear regression equation(y=ax+b)과 correlation coefficient(R²)값을 구하였다. 그 결과 naringenin과 sakuranetin의 correlation coefficient(R²)값은 1.00이며, prunetin은 0.99로 우수한 직선성을 보였으며, 검출한계(LOD)와 정량한계(LOQ)는 각각 naringenin 0.04, 0.11 µg/ml, sakuranetin 0.06, 0.17 µg/ml, prunetin 0.08, 0.26 µg/ml로 확인되었다(Table II).

분석법의 정밀성 및 정확성 검토 – 확립한 동시분석법의 정밀성을 검토하기 위해 intra-day test와 inter-day test를 직선성이 확인된 농도 구간에서 실시하였으며 상대표준편차(RSD%)를 구하여 정밀성을 판단하였다. 그 결과 intra-day

**Fig. 1.** The structures of compounds naringenin (A) sakuranetin (B) and prunetin (C).

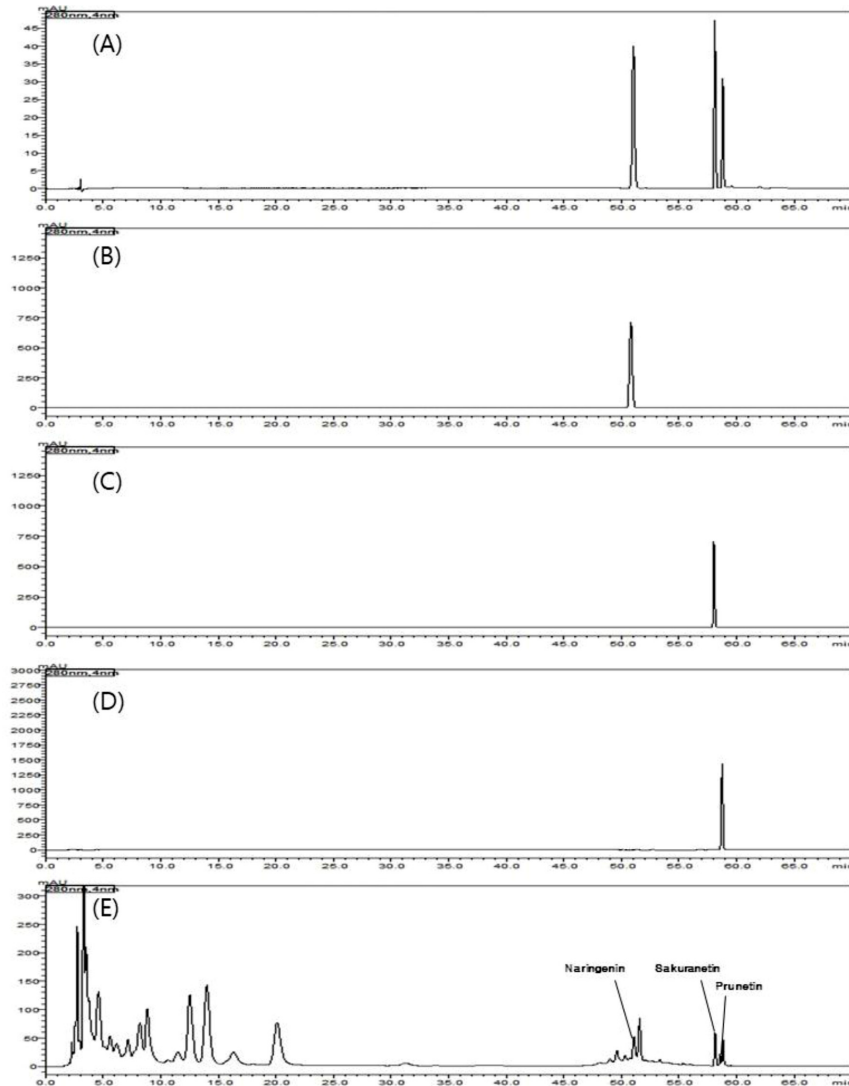


Fig. 2. HPLC Chromatogram of standard mixture (A), naringenin (B), sakuranetin (C), prunetin (D) and the barks of *P. yedoensis* water extracts (E).

Table II. Calibration curves, correlation coefficients, limits of detection (LOD) and limits of quantification (LOQ) of three compounds

Compounds	Linear range (µg/ml)	Regression equation	R ²	LOD (µg/ml)	LOQ (µg/ml)
Naringenin	0.5~40	y=652.34x-24.818	1.00	0.04	0.11
Sakuranetin	0.5~40	y=411.72x+3.629	1.00	0.06	0.17
Prunetin	0.5~40	y=268.06x+101.64	0.99	0.08	0.26

test의 RSD(%)는 naringenin 0.19~0.50%, sakuranetin 0.13~2.83%, prunetin 0.16~2.09%의 범위를 보였으며, inter-day test의 RSD(%)는 naringenin 0.58~1.19%, sakuranetin 0.50~1.46%, prunetin 0.52~2.11%의 범위를 보였다. 따라서 세가지 지표물질 naringenin, sakuranetin, prunetin 모두 3% 이내의 RSD(%)로 우수한 정밀성을 나타내었다. 정확성 평가

결과로는 intra-day test는 naringenin 100.29~102.65%, sakuranetin 100.28~102.50%, prunetin 98.40~101.93%의 범위를 보였으며, Inter-day test는 naringenin 96.62~104.53%, sakuranetin 97.37~105.63%, prunetin 92.70~112.70%의 범위를 보였다(Table III).

분석법을 이용한 지표물질 함량분석 - 확립된 분석법을

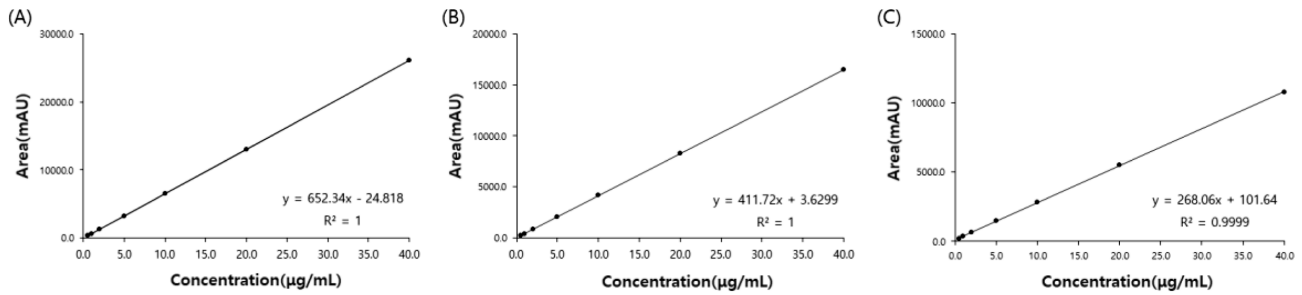


Fig. 3. Calibration curve of naringenin (A), sakuranetin (B) and prunetin (C).

Table III. Precision and accuracy results of compounds naringenin, sakuranetin and prunetin ($n=3$)

Compound	Concentration (µg/ml)	Intra-day			Inter-day		
		Mean±SD (µg/ml)	RSD(%)	Accuracy (%)	Mean±SD (µg/ml)	RSD(%)	Accuracy (%)
Naringenin	1.5	1.54±0.01	0.50	102.65	1.45±0.02	1.19	96.62
	15	15.04±0.03	0.19	100.27	15.59±0.09	0.58	103.93
	25	25.18±0.05	0.19	100.71	26.13±0.22	0.86	104.53
Sakuranetin	1.5	1.54±0.04	2.83	102.50	1.46±0.02	1.46	97.37
	15	15.04±0.02	0.13	100.28	15.63±0.10	0.62	104.20
	25	25.21±0.06	0.24	100.84	26.41±0.13	0.50	105.63
Prunetin	1.5	1.48±0.02	1.32	98.40	1.39±0.03	2.11	92.70
	15	15.29±0.32	2.09	101.93	15.80±0.08	0.52	105.33
	25	25.28±0.04	0.16	101.13	28.18±0.22	0.78	112.70

Table IV. The contents of naringenin, sakuranetin and prunetin in bark of *P. yedoensis* water extract samples ($n=3$)

Sample (Mean±SD)	Contents (%)		
	Naringenin	Sakuranetin	Prunetin
Water extract	0.132±0.016	0.108±0.023	0.059±0.014

이용하여 왕벚나무껍질 물 추출물에서 naringenin, sakuranetin 및 prunetin 함량을 측정하였다. 그 결과 세 가지 지표물질의 함량은 naringenin 0.132±0.016%, sakuranetin 0.108±0.023%, prunetin 0.059±0.014%으로 확인되었다(Table IV).

결론

본 연구는 왕벚나무껍질의 물 추출물로부터 naringenin과 sakuranetin, prunetin을 분리하여 NMR 분석을 통해 화합물들의 구조를 동정하였다. 또한 HPLC를 이용한 분석법 검증 결과 분리한 화합물의 표준용액과 왕벚나무 물 추출물의 머무름 시간이 일치하였으며, 동일한 UV spectrum을 나타내는 것으로 확인되었다. Naringenin과 sakuranetin, prunetin의 검량선 상관계수는 0.99 이상 높은 직선성을 보여 주어 분석에 적합함을 확인하였으며, 세 가지 성분 모두

intra-day와 inter-day에서 98.40~102.65%와 92.70~112.70%의 높은 정확도로 실험 방법에 대한 검증을 하였다. 검증된 정량분석법을 통해 세 가지 성분의 함량은 각각 naringenin 0.132±0.016%, sakuranetin 0.108±0.023%, prunetin 0.059±0.014%로 확인되었다. 따라서 본 연구의 검증된 분석법을 근거하여 왕벚나무껍질 유래 flavonoid 화합물의 정량분석이 최초로 실시되었으며, 향후 왕벚나무 성분연구 기초자료로서의 활용과 품질 관리를 위한 연구자료로 사용될 수 있을 것이라 생각된다.

인용문헌

- Innan, H., Terauchi, R., Miyashita, N. T. and Tsunewaki K. (1995) DNA fingerprinting study on the intraspecific variation and the origin of *Prunus yedoensis* (Someiyoshino). *Jpn. J. Genet.* **70**: 185-196.
- Roh, M. S., Cheong, E. J., Choi, I. Y. and Joung, Y. H. (2007) Characterization of wild *Prunus yedoensis* analyzed by inter-simple sequence repeat and chloroplast DNA. *Sci. Hortic.* **114**: 121-128.
- Lee, K. J., Ham, I. H., Yang, G. S., Lee, M. h., Bu, Y. M., Kim, H. C. and Choi, H.Y. (2013) Vasorelaxant effect of *Prunus yedoensis* bark. *BMC. Complement Altern. Med.* **13**: 31.

4. Yang, S. A., Cho, J. H., Pyo, B. S., Kim, S. M. and Lee, K. I. (2012) Comparison of the physiological activities of extracts from different parts of *Prunus sargentii*. *Korean J. Medicinal Crop. Sci.* **20**: 159-164.
 5. Cho, M. S., Kim, C. S., Kim, S. H. and Kim, S. C. (2016) Comparative phylogenetic relationship between wild and cultivated *Prunus yedoensis* Matsum. (Rosaceae) with regard to Taquet's collection. *Korean J. Pl. Taxon.* **46**: 247-255.
 6. Jung, H. A., Kim, A. R., Chung, H. Y. and Choi, J. S. (2002) In vitro antioxidant activity of some selected *Prunus* species in Korea. *Arch. Pharm. Res.* **25**: 865-872.
 7. Jo, K., Lee, S. E., Lee, S. W. and Hwang, J. K. (2012) *Prunus yedoensis* Matsum. stimulates glucose uptake in L6 rat skeletal muscle cells by activating AMP-activated protein kinase and phosphatidylinositol 3-kinase/Akt pathways. *Nat. Prod. Res.* **26**: 1610-1615.
 8. Kang, G. J., Lee, H. J., Yoon, W. J., Yang, E. J., Park, S. S., Kang, H. K., Park, M. H. and Yoo, E. S. (2008) *Prunus yedoensis* inhibits the inflammatory chemokines, MDC and TARC, by regulating the STAT1-signaling pathway in IFN- γ -stimulated HaCaT human keratinocytes. *Biomol. Ther.* **16**: 394-402.
 9. Lee, B. B., Cha, M. R., Kim, S. Y., Park, E. J., Park, H. R. and Lee, S. C. (2007) Antioxidative and anticancer activity of extracts of cherry (*Prunus serrulata* var. spontanea) blossoms. *Plant Foods Hum. Nutr.* **62**: 79-84.
 10. Zhang, Y. Q., Yin, C., Zhang, S., Chang, M. S., Tang, J. W. and Guan, L. (2013) Anti-oxidative activity and safety of cherry blossom extracts in vitro. *J. Diagn. Ther. Derma. Venereol.* **20**: 392-395.
 11. Zhang, Y. Q., Guan, L., Zhong, Z. Y., Chang, M., Zhang, D. K., Li, H. and Lai W. (2014) The anti-inflammatory effect of cherry blossom extract (*Prunus yedoensis*) used in soothing skincare product. *Int. J. Cosmet. Sci.* **36**: 527-530.
 12. Jeong, M. Y., Im, S. B., Roh, M. K., Park, S. H., Kwon, H. A., Lee, J. Y., Choi, H. Y., Ham, I. H., Kim, Y. B., Lee, J. M., Kim, D. O., Park, K. W. and Kang H. (2014) *Prunus yedoensis* bark inhibits lipopolysaccharide-induced inflammatory cytokine synthesis by I β B γ degradation and MAPK activation in macrophages. *J. Med. Food.* **17**: 407-413.
 13. Rice, E. C., Miller, N. J., Bolwell, P. G., Bramley, P. M. and Pridham, J. B. (1995) The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Radic. Res.* **22**: 375-383.
 14. Zeng, W., Jun, L., Zhang, F., Zhang, C. and Liang, W. (2018) Naringenin as a potential immunomodulator in therapeutics. *Pharmacol. Res.* **135**: 122-126.
 15. Yuko, Y., Tetsuya, O., Toshinari, I., Tadayoshi, O., Yukinobu, I. and Mikio, N. (2018) Sakuranetin downregulates inducible nitric oxide synthase expression by affecting interleukin-1 receptor and CCAAT/enhancer-binding protein β . *J. Nat. Med.* **73**: 353-368.
 16. Zhang, L., Xu, X., Jiang, T., Wu, K., Ding, C., Liu, Z., Zhang, X., Yu, T. and Song, C. (2018) *Citrus aurantium* naringenin prevents osteosarcoma progression and recurrence in the patients who underwent osteosarcoma surgery by improving antioxidant capability. *Oxid. Med. Cell Longev.* **2018**: 16.
 17. Burke, A. C., Sutherland, B. G., Telford, D. E., Morrow, R. R., Sawyez, C. G., Edwards, J. Y. and Huff M. W. (2009) Naringenin enhances the regression of atherosclerosis induced by a chow diet in Ldlr $^{-/-}$ mice. *Atherosclerosis.* **286**: 60-70.
 18. Jesus, F., Concalves, A. C., Alves, G. and Silva, L. R. (2018) Exploring the phenolic profile, antioxidant, antidiabetic and antihemolytic potential of *Prunus avium* vegetal parts. *J. Food Res.* **116**: 600-610.
 19. Ahn, T. Gue., Yang, G. S., Lee, H. M., Kim, M. D., Choi, H. Y., Park, K. S., Lee, S. D., Kook, Y. B. and An, H. J. (2013) Molecular mechanisms underlying the anti-obesity potential of prunetin, an O-methylated isoflavone. *Biochem. Pharmacol.* **85**: 1525-1533.
 20. Yun, J. M., Im, S. B., Roh, M. K., Park, S. H., Kwon, H. A., Lee, J. Y., Choi, H. Y., Ham, I. H., Kim, Y. B., Lee, J. M., Kim, D. O., Park, K. W. and Kang, H. (2014) *Prunus yedoensis* bark Inhibits lipopolysaccharide-induced inflammatory cytokine synthesis by I κ B α degradation and MAPK activation in macrophages. *J. Med. Food.* **17**: 407-413.
 21. Sahu, A. K. and Jain, V. (2015) Quantification of naringenin encapsulated in solid lipid nanoparticles by validated UV-spectroscopy method. *Planta Med.* **81**: 13.
 22. Grecco, S. D. S., Reimao, J. Q., Tempone, A. G., Sartorelli, P., Cunda R. L. O. R., Romoff, P., Ferreira, M. J. P., Favero, O. A. and Lago, J. H. G. (2011) In vitro antileishmanial and antitrypanosomal activities of flavanones from *Baccharis retusa* DC. (Asteraceae). *J. Exppara.* **130**: 141-145.
- (2019. 8. 30 접수; 2019. 9. 16 심사; 2019. 9. 27 게재확정)