

불두화(*Viburnum opulus* var. *clavescens* for. *sterile*) 꽃의 트리테르페이드 성분

최성연¹ · 김명조² · 전완주³ · 권용수^{1*}

¹강원대학교 약학대학, ²강원대학교 농업생명과학대학, ³강원대학교 의과대학

Triterpenoids from the Flower of *Viburnum opulus* var. *clavescens* for. *sterile*

Seong Yeon Choi¹, Myong Jo Kim², Wanjoon Chun³, and Yongsoo Kwon^{1*}

¹College of Pharmacy, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

²College of Agriculture and Life science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

³College of Medicine, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

Abstract – Four known triterpenoids and one sterol glycoside were isolated from *Viburnum opulus* var. *clavescens* for. *sterile* flowers. By the spectral data analysis, we determined to be the structures of isolated compounds as α -amyirin (1), ursolic aldehyde (2), maslinic acid (3), ursolic acid (4) and β -sitosterol-3-*O*-glucoside (5). Among the isolated compounds, we revised ¹³C-NMR chemical shifts of ursolic aldehyde (2) using DEPT and HMBC spectra analysis. α -Amyirin (1), ursolic aldehyde (2), maslinic acid (3) and β -sitosterol-3-*O*-glucoside (5) were isolated for the first time from this plant.

Keywords – *Viburnum opulus* var. *clavescens* for. *sterile*, Viburnaceae, Flower, Triterpenoids

백당나무는 과명이 인동과(Caprifoliaceae)에서 산분꽃나무과(Viburnaceae)로 변경되었다가 현재는 연복초과(Adoxaceae)로 분류하고 있다.¹⁾ 우리나라의 경우는 최근 발표된 한국속식물지에서 백당나무를 산분꽃나무과(Viburnaceae)로 분류하고 있으며,²⁾ 이전에 발표된 도감에서는 인동과(Caprifoliaceae)로 분류하고 있다. 백당나무의 학명은 *Viburnum opulus* L. var. *clavescens* (Rehder) Hara, *Viburnum sargentii* Koehne 및 *Viburnum sargentii* for. *intermedium* (Nakai) Hara 등으로 학자마다 다르게 보고되어 있고, 이 중 꽃이 불임성인 것을 불두화(for. *steril* (Makino) Hara)라 한다.³⁻⁵⁾ 한편, 일부 유럽의 학자들은 우리나라, 일본 및 중국에 분포하는 종을 유럽에 분포하는 *Viburnum opulus*와 동일한 것으로 발표하기도 하였다.⁶⁾ 본 연구자 등은 불두화의 학명을 최근에 발표된 한국속식물지에 따라 기재하였다. 이 식물의 과실은 러시아와 우크라이나 등을 비롯한 주변 국가에서 잦, 음료, 차 등 전통 식품의 재료로 빈번하게 이용되고 있으며, 이에 따라 이 식물의 연

구도 과실을 중심으로 수피, 줄기, 꽃, 잎 등에 관한 연구가 다양하게 이루어지고 그 결과들이 발표되었다.⁷⁻¹⁰⁾ 이상과 같이 유럽을 중심으로 다양하게 이루어진 많은 연구의 결과들은 Kajasczak 등이 자세하게 정리하여 보고하였다.¹⁾ 우리나라를 비롯한 주변 국가에서는 전통적으로 백당나무의 가지와 잎을 계수조(鷄樹條)라 하여 허리의 통증, 피부질환 등에 사용하고 있지만,¹¹⁾ 성분 등의 연구는 활발하게 이루어지지 않아 Xie 등¹²⁾이 과실로부터 (-)-epicatechin 등 7종의 화합물을 분리, 구조를 동정한 후 항산화 활성을 검정한 문헌과 Bae 등¹³⁾이 수피로부터 9'-*O*-methylvibsanol 등 5종의 화합물을 분리, 동정한 후 항암 활성을 검정한 문헌을 찾을 수 있을 뿐이다. 저자 등은 강원도에서 자생하거나 재배하는 식물을 대상으로 자원화 연구를 수행하는 과정 중 불두화의 꽃에 관한 성분연구가 이루어지지 않았음을 알았으며, 이에 불두화 꽃의 자원화 가능성과 더불어 성분 분류학적 기초자료로 이용할 수 있는 화합물을 찾기 위하여 연구에 착수하고, 꽃을 MeOH로 추출하고 분획하여 얻은 chloroform 가용성 분획으로부터 5종의 화합물을 분리하고 구조를 규명하였기에 이를 보고하고자 한다.

*교신저자(E-mail): yskwon@kangwon.ac.kr

(Tel):***-****-****

재료 및 방법

재료 - 실험에 사용한 불두화의 꽃(*Viburnum opulus* var. *clavescens* for. *sterile*)은 2021년 5월 강원대학교 구내에서 채집하여 강원대학교 약학대학 권용수 교수가 동정하여 음건한 후 실험에 사용하였다. 확장표본(KNUH-F-21-1)은 강원대학교 약학대학 생약학 연구실에 보관 중이다.

기기 및 시약 - ^1H 및 ^{13}C -NMR은 Bruker사의 AVANCE 600을 이용하여 측정하였다. Mass spectra는 AB Sciex사의 API 3200 LC/MS/MS system과 Jeol사의 JMS-700 Mass spectrometer를 이용하여 ESI와 EI mode로 측정하였다. Column chromatography용 충전제는 Merck사의 Kieselgel 60 63-200 μm 와 40-63 μm 를 사용하였다. Semi-preparative HPLC는 Waters 600 pump에 Waters 996 photodiode array detector를 장착시켜, Phenomenex사의 Econo-prep C18 column(300 \times 10 mm, 5 μm)을 이용하여 acetonitrile과 H_2O 를 용매로 linear gradient법으로 70분간 2 ml/min의 속도로 용출시켜 분리하였다. TLC plate는 Merck사의 precoated Kieselgel 60 F254s(layer thickness 0.25 mm, 20 \times 20 cm, Merck Art. No. 5715), RP-18 F254s를 사용하였다. Open column chromatography에 사용한 용매는 특급시약을 사용하였으며, TLC plate의 발색은 20% ethanol성 H_2SO_4 용액을 사용하였다.

추출 및 분리 - 채집하여 음건한 불두화의 꽃 550 g에 MeOH 15 L를 가하여 실온에서 1주일간 2회 추출하고 여과한 후 여액을 감압농축기를 이용하여 40°C에서 감압농축하고 MeOH 엑스 233 g을 얻었다. MeOH 엑스 230 g을 증류수에 현탁시켜 분액 깔대기에 넣고 *n*-hexane을 가하여 분획하고 농축하여 *n*-hexane분획 15 g을 얻었다. 남은 여액에 CHCl_3 를 가하고 분획, 농축하여 CHCl_3 분획 27 g을 얻었다. 다시 남은 여액에 *n*-BuOH를 가하고 분획, 농축하여 *n*-BuOH분획 67 g을 얻었다. 저자 등은 CHCl_3 분획과 *n*-BuOH분획의 성분상을 밝히기로 결정하고, 먼저 CHCl_3 분획을 대상으로 화합물의 분리를 실시하였다. CHCl_3 분획 27 g을 silica gel에 흡착시키고 silica gel(63-200 μm , 1,000 g) column (9.5 \times 50 cm)에 걸어 CHCl_3 :MeOH=3:1을 용매로 용출시키고, TLC분석을 통하여 다섯 개의 분획으로 나누었다(VO-1-1 - VO-1-5). 분획 VO-1-1(1.3 g)을 다시 silica gel(63-200 μm , 100 g) column(3.7 \times 50 cm)에 걸고 *n*-hexane:EtOAc=4:1의 용매로 용출시켜 다섯 개의 소분획(VO-1-1-1 - VO-1-1-5)으로 나누었다. 소분획 VO-1-1-2(0.2 g)을 silica gel(40-63 μm , 100 g) column (2.5 \times 50 cm)에 걸고 chloroform으로 용출시켜 화합물 **1**(40 mg)을 얻었다. 소분획 VO-1-1-4 (0.3 g)을 silica gel(40-63 μm , 100 g) column (2.5 \times 50 cm)에 걸고 *n*-hexane:EtOAc=4:1로 용출시켜 화합물 **2**(60 mg)를 얻었다. 분획 VO-1-2(15 g)를 silica gel(63-200 μm , 500 g) column

(7 \times 50 cm)에 걸고 benzene:EtOAc=4:1로 용출시켜 네 개의 소분획으로 나누었다(VO-1-2-1 - VO-1-2-4). 이 중 소분획 VO-1-2-2를 MeOH로 재결정을 반복하여 화합물 **3**(2.5 g)을 얻었다. 분획 VO-1-3(5.2 g)을 silica gel(63-200 μm , 200 g) column(5 \times 50 cm)에 걸고 CHCl_3 : MeOH=14:1을 용매로 용출시키고 일곱 개의 분획으로 나누었다(VO-1-3-1 - VO-1-3-7). 이 중 분획 VO-1-3-2(1.5 g)에 대하여 *n*-hexane: EtOAc=4:1을 용매로 silica gel(63-200 μm , 100 g) column (3.7 \times 50 cm) chromatography를 실시하여 네 개의 소분획(VO-1-3-2-1 - VO-1-3-2-4)으로 나누었다. 소분획 VO-1-3-2-2(0.8 g)을 다시 silica gel(40-63 μm , 100 g) column (2.5 \times 50 cm)에 걸고 CHCl_3 :EtOAc=1:1을 용매로 용출시켜 여섯 개의 소분획(VO-1-3-2-2-1 - VO-1-3-2-2-6)으로 나누었다. 이 중 소분획 VO-1-3-2-2-3(38 mg)을 semi-preparative HPLC를 이용하여 화합물 **4**(12 mg, t_R 32 min.)를 얻었다. VO-1-3-5(1.2 g)에 형성된 고형물을 여과한 후 MeOH로 세척하여 화합물 **5**(87 mg)를 얻었다.

화합물 1 - White powder; Liebermann-Bürchard test 양성; ^1H NMR (CDCl_3 , 600 MHz): δ 5.21 (1H, t, J =3.2 Hz, H-12), 3.47 (1H, dd, J =11.2, 4.9 Hz, H-3), 1.26 (3H, s, 23- CH_3), 1.16 (3H, s, 27- CH_3), 1.07 (3H, s, 25- CH_3), 1.04 (3H, s, 26- CH_3), 0.98 (3H, s, 24- CH_3), 0.94 (3H, d, J =6.4 Hz, 30- CH_3), 0.91 (3H, d, J =5.9 Hz, 29- CH_3), 0.89 (3H, s, 28- CH_3); ^{13}C NMR (CDCl_3 , 150 MHz): See Table I; EI-MS m/z : 426 [M] $^+$.

화합물 2 - White powder; Liebermann-Bürchard test 양성; ^1H NMR (CDCl_3 , 600 MHz): δ 9.31 (1H, s, CHO), 5.30 (1H, t, J =3.6 Hz, H-12), 3.20 (1H, dd, J =11.4, 4.9 Hz, H-3), 1.08 (3H, s, 27- CH_3), 0.98 (3H, s, 23- CH_3), 0.95 (3H, d, J =6.4 Hz, 30- CH_3), 0.91 (3H, s, 24- CH_3), 0.86 (3H, d, J =6.5 Hz, 29- CH_3), 0.77 (3H, s, 25- CH_3), 0.75 (3H, s, 26- CH_3); ^{13}C -NMR (CDCl_3 , 150 MHz): See Table I; EI-MS m/z (rel. int.): 440 [M , 8.8] $^+$, 410 (35.9), 232 (39.2), 204 (51.9), 203 (100), 189 (41.6), 175 (32.9), 133 (53.7).

화합물 3 - White powder; ^1H NMR ($\text{C}_3\text{D}_5\text{N}$, 600 MHz): δ 5.49 (1H, brs, H-12), 3.45 (1H, dd, J =10.5, 5.7 Hz, H-3), 2.63 (1H, d, J =10.4 Hz, H-18), 1.24 (3H, s, 23- CH_3), 1.23 (3H, s, 27- CH_3), 1.05 (3H, s, 26- CH_3), 1.02 (3H, s, 24- CH_3), 1.01 (3H, d, J =6.3 Hz, 30- CH_3), 0.96 (3H, d, J =6.3 Hz, 29- CH_3), 0.89 (3H, s, 25- CH_3); ^{13}C -NMR ($\text{C}_3\text{D}_5\text{N}$, 150 MHz): See Table I; ESI-MS m/z : 455 [$\text{M}-\text{H}$].

화합물 4 - White powder; ^1H NMR ($\text{C}_3\text{D}_5\text{N}$, 600 MHz): δ 5.45 (1H, brs, H-12), 4.09 (1H, ddd, J =13.9, 9.3, 4.3 Hz, H-2), 3.39 (1H, d, J =9.3 Hz, H-3), 1.27 (3H, s, 23- CH_3), 1.26 (3H, s, 27- CH_3), 1.07 (3H, s, 24- CH_3), 1.00 (3H, s, 30- CH_3), 0.99 (3H, s, 25- CH_3), 0.98 (3H, s, 26- CH_3), 0.93 (3H, s, 29- CH_3); ^{13}C -NMR ($\text{C}_3\text{D}_5\text{N}$, 150 MHz): See Table I; ESI-

MS m/z : 471 [M-H]⁻.

화합물 5 – White powder; ¹H NMR (C₅D₅N, 600 MHz): δ 5.34 (1H, brs, H-6), 4.57 (1H, d, $J=7.4$ Hz, anomeric H), 0.98 (3H, d, $J=6.3$ Hz, 21-CH₃), 0.88 (3H, s, 26-CH₃), 0.87 (3H, s, 27-CH₃), 0.85 (3H, s, 29-CH₃), 0.65 (3H, s, 18-CH₃); ¹³C-NMR (C₅D₅N, 150 MHz): δ 140.3 (C-5), 121.3 (C-6), 101.9 (C-1), 78.0 (C-5'), 77.8 (C-3'), 77.5 (C-3), 74.7 (C-2'), 71.0 (C-4'), 62.2 (C-6'), 56.2 (C-14), 55.6 (C-17), 49.7 (C-9), 45.4 (C-24), 41.8 (C-13), 39.3 (C-4), 38.7 (C-12), 36.8 (C-1), 36.3 (C-10), 35.7 (C-20), 33.6 (C-22), 31.5 (C-7), 31.4 (C-8), 29.6 (C-2), 28.8 (C-25), 27.9 (C-16), 25.8 (C-23), 23.9 (C-15), 22.7 (C-28), 20.6 (C-11), 19.3 (C-27), 18.8 (C-19), 18.6 (C-26), 18.4 (C-21), 11.5 (C-29), 11.3 (C-18); ESI-MS m/z : 599 [M+Na]⁺.

결과 및 고찰

화합물 1은 ¹H-과 ¹³C-NMR 및 MS spectra를 문헌¹⁴⁾과 비교하여 그 구조를 α -amyrin을 동정하였다. 화합물 2의 NMR spectrum을 보면 화합물 1의 δ_H 0.89와 δ_C 28.9에서 나타나는 28번 위치의 methyl기에 의한 signal이 나타나지 않고, δ_H 9.41와 δ_C 207.4에서 signal이 나타날 뿐 화합물 1과

유사하며, EI mode로 측정한 mass spectrum의 m/z 440에서 분자량의 ion peak이 나타나는 것으로부터 이 화합물은 ursolic aldehyde로 예상할 수 있었다. 또한, 각 탄소의 위치를 확인을 위하여 ¹³C-NMR spectrum을 문헌과 비교하는 과정 중 δ_C 39.8에서 38.6사이에 나타나는 1, 4, 8, 19, 및 20번 탄소의 chemical shifts가 발표된 자료마다¹⁵⁻¹⁷⁾ 위치의 순서가 다르다는 것을 알게 되었으며, 이를 정확하게 결정하기 위하여 DEPT, HSQC 및 HMBC spectrum을 측정하였다. 먼저 DEPT spectrum 분석을 통하여 δ_C 39.8과 38.9에 나타나는 탄소 signal들은 C 탄소, δ_C 38.8과 38.7에서 나타나는 탄소 signal들은 CH 탄소, 그리고 δ_C 38.6에서 나타나는 탄소 signal은 CH₂ 탄소임을 알 수 있었으며, 이들 탄소 중 CH₂ 탄소는 1번뿐 이므로 δ_C 38.6의 탄소 signal은 1번 탄소로 결정하였다. 한편, HMBC spectrum 분석을 통하여는 각 methyl기와 correlation하는 탄소를 확인할 수 있었는데 δ_H 0.98과 0.91에서 나타나는 23번과 24번의 methyl signal들은 δ_C 38.9의 탄소 signal과 correlation하므로 4번 탄소로 결정하였다. δ_C 39.8에서 나타나는 탄소 signal은 δ_H 0.75와 1.08에서 나타나는 26번과 27번의 methyl기와 correlation하는 것으로부터 8번 탄소로 결정하였다. 또한, δ_C 38.8에서 나타나는 탄소 signal은 δ_H 0.86에서 나타나는 29번 methyl기와 그리고 δ_C 38.7에서 나타나는 탄소 signal은 δ_H 0.95에서 나

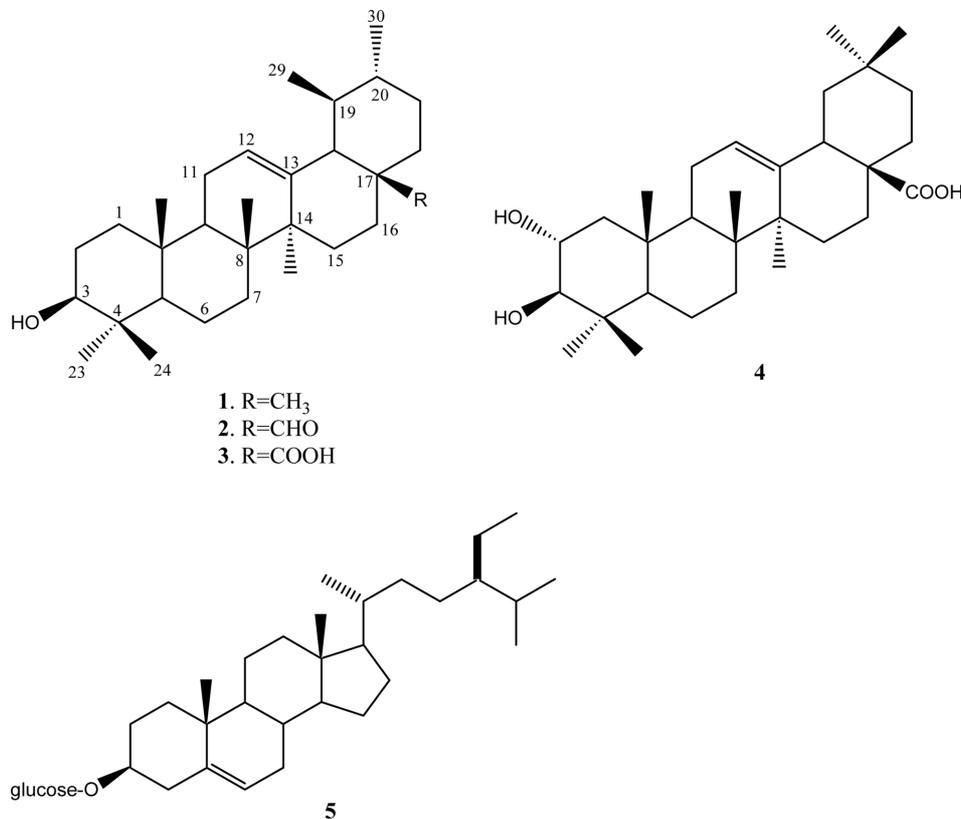


Fig. 1. Structures of compounds 1–5.

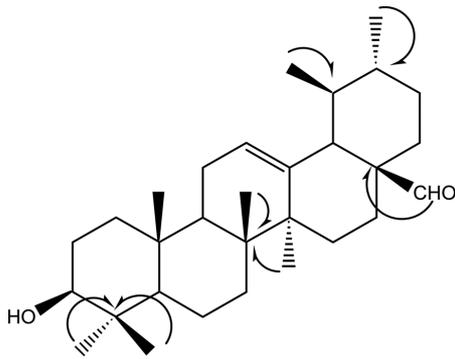


Fig. 2. Key HMBC correlations of compound 2.

Table I. ¹³C-NMR chemical shifts of compounds 1-4

Carbon No.	1 ^a	2 ^a	3 ^b	4 ^b
1	38.7	38.6	46.7	38.4
2	27.7	26.8	68.6	27.5
3	77.4	79.0	83.8	77.5
4	38.6	38.9	39.9	38.8
5	55.1	55.2	55.9	55.2
6	18.1	18.2	18.9	18.1
7	32.6	31.8	33.2	32.9
8	39.7	39.8	39.8	39.3
9	47.4	47.5	48.2	47.4
10	36.5	36.9	38.5	36.8
11	23.0	23.2	23.8	23.3
12	124.3	126.2	122.3	125.0
13	139.2	137.8	145.0	138.6
14	41.6	42.1	42.2	41.9
15	26.3	27.2	28.3	28.0
16	28.1	23.3	23.9	24.3
17	33.3	50.1	47.8	47.4
18	58.6	52.6	42.0	52.9
19	39.2	38.8	46.5	38.8
20	39.1	38.7	31.0	38.7
21	31.5	30.1	34.3	30.4
22	41.1	33.1	33.3	36.6
23	28.3	28.1	29.3	28.2
24	16.4	15.6	17.5	15.9
25	15.3	15.5	16.9	15.0
26	15.9	17.2	17.7	16.9
27	22.9	23.2	26.2	23.0
28	28.9	207.4	180.4	179.2
29	17.1	16.6	33.2	16.9
30	20.9	21.0	23.8	20.8

^aMeasured in CDCl₃; ^bMeasured in C₅D₅N

타나는 30번 methyl기와 correlation하므로 각각 19번과 20번 탄소로 결정하였다(Fig. 2). 이 결과로부터 화합물 2의 탄소 위치를 모두 결정할 수 있었으며(Table I), mass spectrum을 문헌¹⁸⁾과 비교하여 화합물 2는 ursolic aldehyde로 결정하였다. 화합물 3, 4 및 5는 실험을 통해 얻어진 분광학적 결과와 문헌^{15,19)}을 비교하여 ursolic acid(3), maslinic acid(4) 및 β -sitosterol-3-O-glucoside(5)로 그 구조를 동정하였다. 이상의 화합물들에 대한 활성연구를 살펴보면 α -amyrin(1)은 지질과당의 대사조절활성,²⁰⁾ 항산화작용,²¹⁾ human keratinocyte 분화촉진 활성²²⁾ 등이 보고되었고, ursolic aldehyde(2)는 low-density lipoprotein(LDL) 산화억제작용,¹⁶⁾ 세포독성작용¹⁷⁾ 등이 보고 되었다. Ursolic acid(4)는 항염증작용, 항암작용, 항균작용 등 많은 활성이 보고 되었으며, 최근 이들 활성을 정리한 종설논문^{25), 26)}이 다수 발표되었다. Maslinic acid(3)는 다양한 활성이 보고되었는데 그중에서도 항암활성과 항염증활성이 뚜렷하여 이에 대한 종설논문^{23,24)}이 보고되었으며, β -sitosterol-3-O-glucoside(5)은 항암활성,²⁷⁾ 면역조절작용²⁸⁾ 등이 보고되었다.

결 론

불두화(*Viburnum opulus* var. *clavescens* for. *sterile*) 꽃의 성분 상을 밝혀 이의 자원화 여부를 알아보기 위하여 연구에 착수하였으며, MeOH 추출물의 chloroform 분획으로부터 5종의 화합물을 분리하고 각종 분광학적 분석을 통하여 그 구조를 α -amyrin(1), ursaldehyde(2), maslinic acid(3), ursolic acid(4) 및 β -sitosterol-3-O-glucoside(5)로 동정하였으며, 이들 화합물 중 ursaldehyde(2)는 발표된 문헌마다 ¹³C-NMR의 chemical shifts의 값이 조금씩 달라 이를 바르게 수정하였다. 분리된 화합물들 모두 다양한 활성을 가지는 것으로 보고되었을 뿐 아니라 ursolic acid(3)는 다량을 분리할 수 있었기에 불두화의 꽃은 다양한 활성 연구의 자원으로서 충분한 가치가 있다고 생각된다.

사 사

본 연구는 2022년도 교육부의 재원으로 한국기초과학지원연구원 국가연구시설장비진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호: 2022R1A6C101A739).

인용문헌

- Kajasczak, D., Zakłós-Szyda, M. and Podesędek (2020) *Viburnum opulus* L. - A Review of phytochemistry and biological effects. *Nutrients*, **12**: 3398.
- 한국식물지편집위원회 (2018) 한국속식물지, 1253-1256, 홍릉과학출판사, 서울.

3. 이우철 (1996) 원색 한국기준식물도감, 334, 아카데미 서적, 서울.
4. 이영노 (1996) 원색 한국식물도감, 743-744, 교학사, 서울.
5. 이창복 (2006) 원색 대한식물도감 하권, 234, 향문사, 서울.
6. Česonienė, L., Daubaras, R., Veniclovienė, J. and Viškelis, P. (2010) Biochemical and agro-biological diversity of *Viburnum opulus* genotypes. *Cent. Eur. J. Biol.* **5**: 864-871.
7. Perova, I., Zhogova, A., Cherkashin, A., Éller, K., Ramenskaya, G. and Samylina, I. (2014) Biological active substances from European guelder berry fruits. *Pharm. Chem. J.* **48**: 332-339.
8. Akbulut, M., Calsir, S., Marakoglu, I. and Coklar, H. (2008) Chemical and technological properties of European carnberrybush (*Viburnum opulus* L.) fruits. *Asian J. Chem.* **20**: 1875-1885.
9. Polka, D. and Podesdek, A. (2019) Pheonolics composition and antioxidant capacity of guelder rose fruit, flower and bark extracts. *Biotechnol. Food Sci.* **83**: 37-46.
10. Rychlińska, I. (2008) Sterols and triterpenens in *Viburnum opulus* L. leaves. *Herba Pol.* **54**: 59-65.
11. 배기환 (2019) 천연약물도감 II, 234, 교학사, 서울.
12. Xie, Y., Wang, J., Geng, Y.-M., Zhang, Z., Qu, Y.-F. and Wang, G.-S. (2015) Phenolic compounds from the fruits of *Viburnum sargentii* Koehn. *Molecules* **20**: 14377-14385.
13. Bae, K. E., Chong, H. S., Kim, D. S., Choi, Y. W., Kim, Y. S. and Kim, Y. K. (2010) Compounds from *Viburnum sargentii* Koehn and evaluation of their cytotoxic effects on human cancer cell lines. *Moelcules* **15**: 4599-4609.
14. Lee, M. J., Kim, J. H., Cha, B. J., Seo, K. H., Baek, N. I. and Lee, Y. H. (2016) Triterpenoids from the fruits of *Prunus davidiana*. *J. Appl. Biol. Chem.* **59**: 155-158.
15. Kim, D. H., Han, K. M., Chung, I. S., Kim, D. K., Kim, S. H., Kwon, B. M., Jeong, T. S., Park, M. H., Ahn, E. M. and Baek, N. I. (2005) Triterpenoids from the flowers of *Campsis grandiflora* K. Schum. as human acyl-CoA: Cholesteryl acyl-transferase inhibitors. *Arch. Pharm. Res.* **28**: 550-556.
16. Lee, D. Y., Lee, M. H., Jung, T. S., Kwon, B. M., Baek, N. I. and Rho, Y. D. (2010) Triterpenoid and lignan from the fruits of *Cornus kousa* inhibit the activities of PRL-3 and LDL-oxidation. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.* **53**: 97-100.
17. Ngo, Q. M. T., Cao, T. Q., Woo, M. H., Min, B. S. and Weon, K. Y. (2018) Cytotoxic triterpenoids from the fruits of *Ligustrum japonicum*. *Nat. Prod. Sci.* **24**: 93-98.
18. Hota, R. K. and Bapuji, M. (1994) Triterpenoids from the resin of *Shorea robusta*. *Phytochemistry*, **35**: 1073-1074.
19. Son, K. H., Kwon, S. Y., Kim, H. P., Chang, H. W. and Kang, S. S. (1998) Constituents from *Syzygium aromaticum* Merr. et Perry. *Nat. Prod. Sci.* **4**: 263-267.
20. Giacomani-Martínez, A., Alarcón-Aguilar, F. J., Zamilpa, A., Huang, F., Romero-Nava, R., Román-Ramos, R. and Almanza-Pérez, J. C. (2021) α -Amyrin induces GLUT4 translocation mediated by AMPK and PPAR δ/γ in C2C12 myoblasts. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* **99**: 935-942.
21. Karen Cardoso, B., Line Marko de Oliveira, H., Zonta Melo, U., Mariano Fernandez, C. M., Franco de Araújo Almeida Campo, C., Gonçalves, J. E., Laverde, A. Jr., Barion Romagnolo, M., Andrea Linde, G. and Cristiani Gazim, Z. (2020) Antioxidant activity of α and β -amyrin isolated from *Myrcianthes pungens* leaves. *Nat. Prod. Res.* **34**: 1777-1781.
22. Biskup, E., Gołębowski, M., Gniadecki, R., Stepnowski, P. and Łojkowska, E. (2012) Triterpenoid α -amyrin stimulates proliferation of human keratinocytes but does not protect them against UVB damage. *Acta Biochim. Pol.* **59**: 255-260.
23. Khwaza, V., Oyediji, O. O., Aderibigbe, B. A. (2020) Ursolic acid-based derivatives as potential anti-cancer agents: An Update. *Int. J. Mol. Sci.* **21**: 5920.
24. Mlala, S., Oyediji, A. O., Gondwe, M. and Oyediji, O. O. (2019) Ursolic acid and its derivatives as bioactive agents. *Molecules* **24**: 2751.
25. Yu, L., Xie, X., Cao, X., Chen, J., Chen, G., Chen, Y., Li, G., Qin, J., Peng, F. and Peng, C. (2021) The Anticancer potential of maslinic acid and its derivatives: A Review. *Drug Des. Devel. Ther.* **15**: 3863-3879.
26. Jing, Z., Rui, W., Ruihua, L., Hao, Y. and Hengtong, F. (2021) Review of the biological cctivity of maslinic acid. *Curr. Drug Targets* **22**: 1496-1506.
27. Nguedia, M. Y., Tueche, A. B., Yaya, A. J. G., Yadi, V., Ndinteh, D. T., Njamen, D. and Zingue, S. (2020) Daucosterol from *Crateva adansonii* DC (Capparaceae) reduces 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-induced mammary tumors in Wistar rats. *Environ. Toxicol.* **35**: 1125-1136.
28. Lee, J. H., Lee, J. Y., Park, J. H., Jung, H. S., Kim, J. S., Kang, S. S., Kim, Y. S. and Han, Y. (2007) Immunoregulatory activity by daucosterol, a beta-sitosterol glycoside, induces protective Th1 immune response against disseminated Candidiasis in mice. *Vaccine* **25**: 3834-3840.

(2022. 9. 14 접수; 2022. 9. 20 심사;
2022. 9. 23 게재확정)