



## Antioxidant, anticoagulant, and $\alpha$ -glucosidase inhibitory effects of mistletoe (*Viscum album* var. *coloratum*) extract

Mi Eun Lee · Jung Min Kim · In Young Song · Man-Jin In · Dong Chung Kim

### 겨우살이(*Viscum album* var. *coloratum*) 추출물의 항산화, 항응고 및 $\alpha$ -glucosidase 저해 효과

이미은 · 김정민 · 송인영 · 인만진 · 김동청

Received: 8 March 2022 / Accepted: 18 March 2022 / Published Online: 31 March 2022  
© The Korean Society for Applied Biological Chemistry 2022

**Abstract** Antioxidant,  $\alpha$ -glucosidase inhibition, and anticoagulant effects of 80% ethanolic extract from mistletoe (*Viscum album* var. *coloratum*) were investigated. The yield and polyphenol content of the mistletoe extract were  $30.9 \pm 0.4\%$  and  $57.6 \pm 1.5$  mg gallic acid equivalents/g, respectively. The antioxidant effects of the mistletoe extract such as free and cationic radical scavenging ability, nitrite scavenging ability, and reducing power increased in proportion to its concentration. Also the mistletoe extract inhibited the activity of  $\alpha$ -glucosidase, and delayed plasma coagulation mainly by inhibiting the extrinsic and common pathways in blood coagulation system.

**Keywords** Anticoagulant · Antioxidant ·  $\alpha$ -Glucosidase inhibition · Mistletoe (*Viscum album* var. *coloratum*) · Polyphenol

## 서론

겨우살이(mistletoe)는 잎과 줄기에 엽록소를 가지고 있어 광합성 작용을 하면서 부족한 영양분은 참나무속, 밤나무속, 팽나무속, 오리나무속, 자작나무속 등의 숙주식물로부터 얻는 반기생 식물이다[1]. 우리나라에는 한국산 겨우살이(*Viscum album* var. *coloratum*), 붉은 겨우살이(*Viscum album* f. *rubroauranticum*), 동백나무 겨우살이(*Korthalsella japonica*), 꼬리 겨우살이(*Loranthus tanakae*) 및 참나무 겨우살이(*Taxillus yadoriki*) 등이 분포하고 있다[2]. 겨우살이는 잎과 줄기에 우수한 약리 성분을 가지고 있어 우리나라뿐만 아니라 유럽에서도 예부터 민간요법에 사용해 왔으며 건강을 위한 기능성 식품이나 와인 등으로도 개발하고 있다[1]. 겨우살이 추출물은 항암 및 면역증강 효과가 우수하여 우리나라에서도 미슬토(mistletoe) 요법으로 암 환자에게 보조항암제로 사용되고 있다[3-5]. 겨우살이의 주요 생리활성 성분으로는 항암 물질인 lectin을 비롯하여 viscotoxin, 플라보노이드, 테르펜 화합물, 알칼로이드 등이 확인되었다[6]. 특히 겨우살이의 당단백질인 lectin은 apoptosis와 T세포 활성화를 유도함으로써 항암 효과를 나타낸다[7,8]. 그 밖의 한국산 겨우살이의 생리활성으로는 2형 당뇨 억제 효과[9]가 보고되었고, 추출 용매와 추출 조건에 따른 유리라디칼 및 아질산염 소거능의 항산화 효과[10,11]가 알려져 있다.

본 연구에서는 한국산 겨우살이를 에탄올 수용액으로 추출한 후 유리라디칼 및 아질산염 소거활성뿐만 아니라 양이온라디칼 소거활성과 환원력을 확인함으로써 겨우살이 추출물의 항산화 효과를 종합적으로 평가하였고, 또한 겨우살이 추출물의  $\alpha$ -glucosidase 저해와 혈액 항응고 효과를 확인함으로써 겨우살이 추출물을 생리활성 식품 소재로 활용하는데 기초 자료를 제공하고자 한다.

Dong Chung Kim (✉)  
E-mail: kimdc@chungwoon.ac.kr

Department of Chemical Engineering, Chungwoon University, Incheon 22100, Republic of Korea

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 재료 및 방법

### 겨우살이 추출 및 폴리페놀 함량

강원도 홍천에 서식하는 참나무에 기생한 겨우살이(*Viscum album* var. *coloratum*)의 잎과 가지를 건조하여 미세 분말화한 것을 동양의약나라(서울, 대한민국)에서 구입하여 200 mesh 체로 거른 후 사용하였다. 겨우살이 분말에 40배(w/v)의 80% (v/v) 에탄올 수용액을 가하고 45 °C의 항온수조에서 2시간 추출한 후 원심분리(3,000×g, 10분)하여 겨우살이 추출물을 얻었다. 겨우살이 추출물의 폴리페놀 함량은 겨우살이 추출물과 Folin 시약(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)을 섞어서 실온에서 5분간 반응시킨 다음 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액을 가하고 60분 정치시킨 후 725 nm에서 흡광도를 측정하여 gallic acid 당량으로 계산하였다[12].

### 겨우살이 추출물의 항산화 효과

겨우살이 추출물의 항산화 효과 측정에 사용된 시약들은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)의 제품이었다. 겨우살이 추출물의 유리라디칼 소거활성은 겨우살이 추출물과 0.2 mM 2,2-diphenyl-picryl-hydrazyl (DPPH) 용액을 섞어서 실온에서 30분간 반응시킨 다음 517 nm의 흡광도를 측정하였다[13]. 양이온라디칼 소거활성은 7.5 mM 2,2'-azino-bis-(3-ethyl-benzothiazoline)-sulfonic acid (ABTS)와 2.5 mM potassium persulfate의 혼합용액을 암소에서 15시간 정치시켜 ABTS 라디칼 용액을 만들고 414 nm에서의 흡광도를 1.500±0.10으로 희석한 것을 겨우살이 추출물에 첨가하여 실온에서 90분 반응시킨 후 414 nm에서 흡광도를 측정하였다[14]. 환원력은 겨우살이 추출물과 1% K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>를 0.2 M phosphate 완충액(pH 6.8)과 혼합하고 50 °C에서 20분 반응시킨 후 10% trichloroacetic acid를 가하고 원심분리(3,000×g, 10분)하여 분리한 상등액에 0.1% FeCl<sub>3</sub>를 첨가한 다음 700 nm에서 흡광도를 측정하였다[15]. 아질산염 소거활성은 겨우살이 추출물과 1 mM NaNO<sub>2</sub>를 0.2 M citrate 완충액(pH 1.2)과 혼합하여 37 °C에서 60분 처리한 후 Griess 시약을 첨가하고 실온에서 20분 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다[16].

### 겨우살이 추출물의 α-glucosidase 저해 및 혈장 항응고 효과

겨우살이 추출물의 α-glucosidase 저해활성은 겨우살이 추출물과 0.4 U α-glucosidase (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 0.2 M phosphate 완충액(pH 6.8)에 넣고 37 °C에서 10분간 전처리한 후 3 mM p-nitrophenol-α-D-glucose (PNPG, Sigma-Aldrich)를 넣고 37 °C에서 10분간 반응시킨 다음 0.1 M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액을 첨가하여 405 nm에서 흡광도를 측정하였다[17].

겨우살이 추출물의 혈장 항응고 효과 측정에는 사람의 표준 혈장, thrombin, aPTT-XL 및 thromboplastin 시약(Thermo Fisher Scientific, Middletown, VA, USA)을 사용하였고, 혈액응고분석기(CM2, Behnk Elektronik, Norderstedt, Germany)로 prothrombin time (PT), activated partial thromboplastin time (aPTT), thrombin time (TT)을 측정하였다[18]. APTT는 사람의 혈장, 겨우살이 추출물 및 aPTT-XL 시약을 혼합하여 37 °C에서 3분간 preincubation한 후 20 mM CaCl<sub>2</sub>를 넣어 측정하였고, PT는 겨우살이 추출물과 혈장을 혼합하여 37 °C에서 3분간

**Table 1** Yield and polyphenol content of mistletoe (*Viscum album* var. *coloratum*) extract

Yield (%)	polyphenol content <sup>2)</sup> (mg GAE/g-extract)
30.9±0.4 <sup>1)</sup>	57.6±1.5 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Data represented means and SD of triplicate measurements

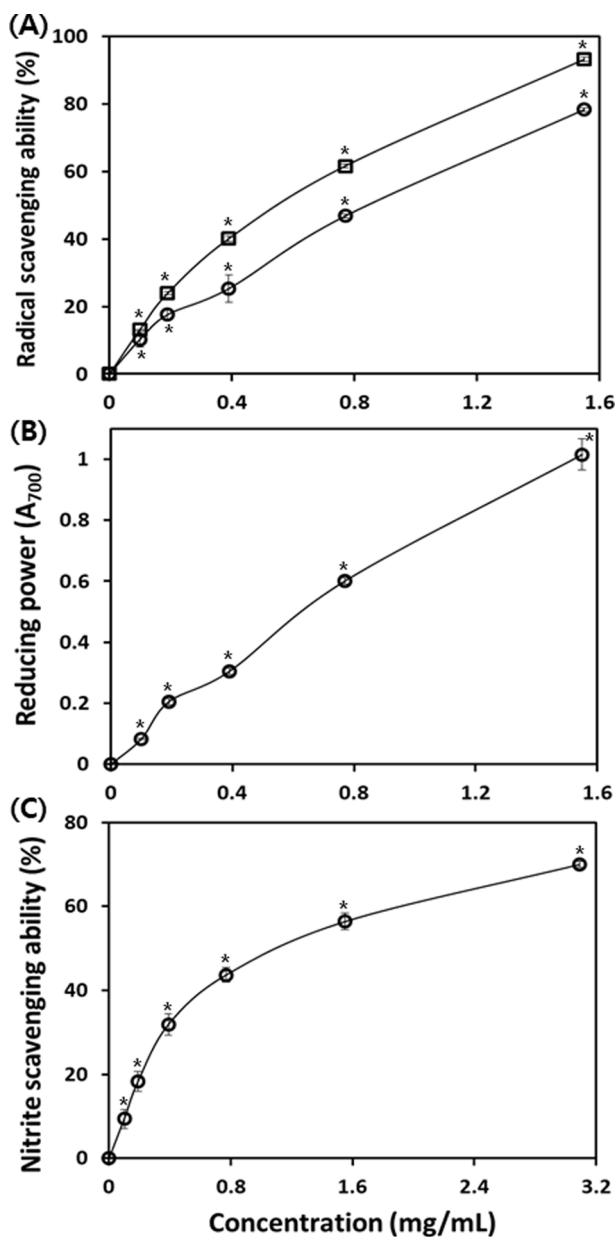
<sup>2)</sup>Polyphenol content was expressed as gallic acid equivalents (GAE)

preincubation한 후 thromboplastin 시약을 첨가하여 측정하였으며, TT는 혈장, 겨우살이 추출물 및 20 mM CaCl<sub>2</sub>를 섞어서 37 °C에서 3분간 preincubation한 후 0.5 U thrombin을 첨가하여 측정하였다[18].

## 결과 및 고찰

겨우살이의 80% (v/v) 에탄올 추출물의 수율은 30.9±0.4%였고, 폴리페놀 함량은 57.6±1.5 mg gallic acid equivalent (GAE)/g-추출물로 나타났다(Table 1). 식물의 대표적 생리활성 물질인 폴리페놀 화합물은 항산화 활성뿐만 아니라 항균, 항혈전 및 α-glucosidase 저해 효과를 보유한 것으로 알려져 있다[19-21]. 겨우살이 추출물의 폴리페놀 함량을 다른 약용식물과 비교하였을 때, 연잎 추출물의 186.2 mg/g [22], 사자발쑥 추출물의 106.9 mg/g [23], 두충잎 추출물의 64.1 mg/g [24] 보다는 낮게 나타났는데 이는 겨우살이의 경우 잎과 줄기를 구분하지 않고 같이 약재로 사용하기 때문에 상대적으로 폴리페놀 함량이 낮은 것으로 여겨진다. 기존의 연구에서 겨우살이 추출물의 폴리페놀 함량은 물 추출물이 47.9 mg/g [11], 주정 추출물이 54.6 mg/g [11]로 본 연구의 80% 에탄올의 폴리페놀 함량이 더 높게 나타났는데, 이는 물이나 에탄올을 단독으로 사용하는 것보다 에탄올 수용액으로 추출하는 것이 식물 세포막에 용매의 침투가 더 용이하여 폴리페놀이 더 많이 추출된다는 보고와 일치하였다[25]. 또한, 겨우살이 추출물의 폴리페놀 함량을 껍질과 뿌리를 약용으로 사용하는 다른 식물과 비교하였을 때, 두충껍질 추출물의 42.4 mg/g [24], 인삼뿌리 추출물의 10.3 mg/g [26], 전철삼뿌리 추출물의 10.4 mg/g [26] 보다는 높게 나타났다. 실제로 약용식물을 부위별로 추출하였을 때 폴리페놀 함량은 잎, 껍질, 줄기, 뿌리 순으로 높게 나타났다[27,28].

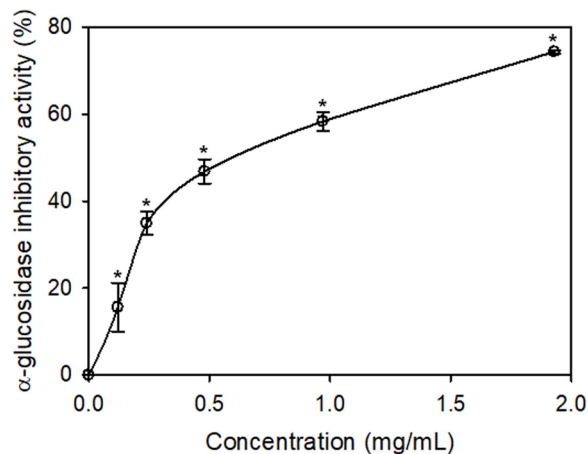
겨우살이 추출물은 농도의존적으로 유리 및 양이온라디칼을 소거하였다(Fig. 1A). 겨우살이 추출물이 DPPH 및 ABTS 라디칼을 50% 소거하는 농도인 EC<sub>50</sub>값은 각각 806.8 및 513.8 µg/mL로 나타났다. 겨우살이 추출물의 DPPH 유리라디칼 소거능의 EC<sub>50</sub>값을 다른 약용식물과 비교하였을 때, 연잎 추출물의 205.1 µg/mL [22], 사자발쑥 추출물의 297.1 µg/mL [23], 두충잎 추출물의 574.2 µg/mL [24] 보다는 높고 두충껍질 추출물의 2,103.1 µg/mL [24] 보다는 낮게 나타나 각 추출물의 DPPH 유리라디칼 소거능은 폴리페놀 함량과 비례하였다. 겨우살이 추출물의 ABTS 양이온라디칼 소거능의 EC<sub>50</sub>값을 다른 약용식물과 비교하였을 때, 연잎 추출물의 274.1 µg/mL [22], 사자발쑥 추출물의 226.1 µg/mL [23] 보다는 높고 두충잎 추출물의 560.6 µg/mL [24], 두충껍질 추출물의 1,357.4 µg/mL [24] 보다는 낮게 나타나 겨우살이 추출물의 ABTS 양이온라디칼 소거



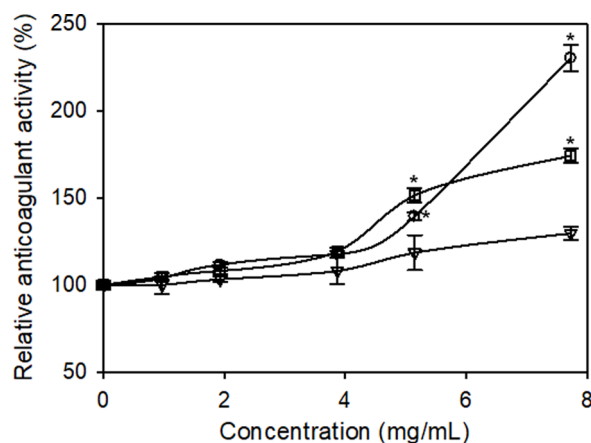
**Fig. 1** (A) DPPH free radical (-○-) and ABTS cation radical (-□-) scavenging abilities, and (B) Reducing power, and (C) Nitrite scavenging ability of 80% ethanolic extract from mistletoe (*Viscum album* var. *coloratum*). All data were means ± SD (n=3). Data were statistically different from the value of previous group (\*p<0.05)

능은 폴리페놀 함량에 비해 우수한 것으로 평가된다.

겨우살이 추출물의 농도 증가에 비례하여 Fe<sup>3+</sup> 이온을 Fe<sup>2+</sup>로 환원시키는 환원력도 증가하였다(Fig. 1B). 겨우살이 추출물의 환원력의 EC<sub>50</sub>값은 639.8 µg/mL로 나타났다. 겨우살이 추출물의 환원력의 EC<sub>50</sub>값을 다른 약용식물과 비교하였을 때, 연잎 추출물의 238.1 µg/mL [22], 사자발쑥 추출물의 178.6 µg/mL [23], 두충잎 추출물의 319.8 µg/mL [24] 보다는 높고 두충겉질 추출물의 705.9 µg/mL [24] 보다는 낮게 나타나 각 추출물의



**Fig. 2** Effect of 80% ethanolic extract from mistletoe (*Viscum album* var. *coloratum*) on α-glucosidase activity. All data were means ± SD (n=3). Data were statistically different from the value of previous group (\*p<0.05)



**Fig. 3** Effect of 80% ethanolic extract from mistletoe (*Viscum album* var. *coloratum*) on TT (-□-), PT (-○-), and aPPT (-▽-) in plasma coagulation system. All data were means ± SD (n=3). Data were statistically different from the value of previous group (\*p<0.05)

환원력은 폴리페놀 함량과 비례하는 상관관계를 보여주었다. 또한 겨우살이 추출물은 발암성 물질인 nitrosamine 생성의 원인이 되는 아질산염을 효과적으로 소거하였다(Fig. 1C). 겨우살이 추출물이 아질산염을 50% 소거하는 농도인 EC<sub>50</sub>값은 849.4 µg/mL로 나타났다. 겨우살이 추출물의 아질산염 EC<sub>50</sub>값을 다른 약용식물과 비교하였을 때, 연잎 추출물의 580.3 µg/mL [22] 보다는 높았지만 사자발쑥 추출물의 976.1 µg/mL [23], 두충잎 추출물의 2,329.2 µg/mL [24], 두충겉질 추출물의 5,467.6 µg/mL [24] 보다는 낮게 나타나 겨우살이 추출물은 폴리페놀 함량에 비해 아질산염 소거능이 매우 뛰어난 것으로 판단된다.

겨우살이 추출물은 농도에 비례하여 α-glucosidase 효소활성을 저해하였다(Fig. 2). 겨우살이 추출물은 480 µg/mL의 농도에서 α-glucosidase의 활성을 46.8% 저해하는 것으로 나타났다. 당질을 분해하는 효소인 α-glucosidase의 활성을 저해하는 천연

물은 비교적 독성 없이 혈당 상승을 억제함으로써 당뇨 관리에 기여한다고 알려져 있다[29]. 동백나무 겨우살이(*Korthalsella japonica*) 추출물은 10 µg/mL 보다 낮은 농도에서 α-glucosidase의 활성을 50% 이상 저해[30], 68.7 µg/mL의 연잎 추출물은 63.1% 저해[22], 250 µg/mL의 핑거루트 추출물은 60.7% 저해[31] 및 137.4 µg/mL의 사방오리나무 추출물은 50.0% 저해[32] 하는 것으로 보고되었다.

겨우살이 추출물은 농도에 비례하여 혈액 응고를 억제하였다 (Fig. 3). 겨우살이 추출물은 7.73 mg/mL의 농도에서 외인성 경로인 PT를 2.3배, 내인성 경로인 aPTT를 1.3배 또한 공통경로인 TT를 1.7배 지연시키는 것으로 나타났다. 겨우살이 추출물은 주로 외인성 경로와 공통 경로를 저해함으로써 혈전 생성을 억제하는 것으로 여겨진다. 연잎 및 사자발쭉 추출물은 외인성 경로와 내인성 경로에는 큰 영향을 주지 않았으나, 연잎 추출물은 3.40 mg/mL의 농도에서 공통 경로인 TT를 2.2배 지연시켰고[22] 사자발쭉 추출물은 3.22 mg/mL의 농도에서 TT를 1.8배 지연시킨다는 보고[23]와 비교해 보아도 겨우살이 추출물은 혈전 형성의 외인성 경로에 대한 억제 효과가 매우 우수한 것으로 여겨진다.

폴리페놀 화합물이 항산화, α-glucosidase 활성 억제 및 혈장 항응고 활성을 가진다는 기존의 보고[20,21,25]로 보아 겨우살이 추출물의 생리활성도 폴리페놀에 기인한 것으로 여겨진다. 이상의 결과에서 겨우살이의 80% 에탄올 추출물은 우수한 항산화, α-glucosidase 저해 및 항응고 활성을 나타내었다.

## 초 록

겨우살이(*Viscum album* var. *coloratum*)의 80% 에탄올 추출물의 항산화, α-glucosidase 저해 및 항응고 효과를 확인하였다. 겨우살이 추출물의 수율은 30.9±0.4%이었고, 폴리페놀 함량은 57.6±1.5 mg GAE/g으로 나타났다. 겨우살이 추출물의 농도에 비례하여 유리라디칼 및 양이온라디칼 소거능, 아질산염 소거능, 환원력의 항산화 효과가 증가하였다. 또한 겨우살이 추출물은 α-glucosidase의 활성을 저해하였고, 혈액응고 체계의 외인성 경로와 공통 경로를 주로 저해함으로써 혈장 응고를 억제하였다.

**Keywords** 겨우살이(*Viscum album* var. *coloratum*) · 폴리페놀 · 항산화 · 항응고 · α-Glucosidase 저해

**감사의 글** 본 논문은 제1저자의 청운대학교 석사학위논문을 바탕으로 작성되었습니다.

## References

- Kim I, Yoon TJ, Park CH, Lee WK, Lee SH, Kim JB (2015) Studies on the content of lectin in Korean mistletoe according to the host tree species and characterization for its application to the quality control. *Korean J Food Nutr* 28: 1090–1097. doi: 10.9799/ksfan.2015.28.6.1090
- Kim CS, Kim SY, Sun BY, Yi JS (2013) A review of the taxonomic and ecological characteristics of Korean mistletoe type (*Viscum*, *Korthalsella*, *Loranthus* and *Taxillus*). *Korean J Pl Taxon* 43: 81–89. doi: 10.11110/kjpt.2013.43.2.81
- Khwaja TA, Dias CB, Pentecost S (1986) Recent studies on the anticancer activities mistletoe (*Viscum album*) and its alkaloids. *Oncology* 43: 42–50. doi: 10.1159/000226419
- Ribéreau-Gayon G, Jung ML, Baudino S, Sallé G, Beck JP (1986) Effect of mistletoe (*Viscum album* L.) extracts on cultured tumor cells. *Experientia* 42: 594–599. doi: 10.1007/BF01955552
- Frantz M, Jung ML, Ribereau-Gayon G, Anton R (2000) Modulation of mistletoe (*Viscum album* L.) lectins cytotoxicity by carbohydrates and serum glycoproteins. *Arzneimittelforschung* 50: 471–478. doi: 10.1055/s-0031-1300232
- Ju MJ, Do JR, Kwon JH, Kim HK (2009) Physiological activities of mistletoe extracts from *Viscum album* L. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 529–534. doi: 10.3746/jkfn.2009.38.5.529
- Fischer S, Scheffler A, Kabelitz D (1997) Stimulation of the specific immune system by mistletoe extracts. *Anticancer Drugs* 8: S33–37. doi: 10.1097/00001813-199704001-00008
- Pae HO, Seo WG, Shin M, Lee HS, Lee HS, Kim SB, Chung HT (2000) Heat shock treatment protects human HL-60 cells from apoptosis induced by lectin II isolated from Korean mistletoe, *Viscum album* var. *coloratum*. *Immunopharmacol Immunotoxicol* 22: 237–252. doi: 10.3109/08923970009016418
- Jung HY, Yoo YC, Kim I, Sung NY, Choi OB, Choi BH, Kim JB (2015) Inhibition of Type II diabetes in ob/ob mice and enhancement of mitochondrial biogenesis in C2C12 myotubes by Korean mistletoe extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44: 324–330. doi: 10.3746/jkfn.2015.44.3.324
- Lee HJ, Do JR, Kwon JH, Kim HK (2010) Antioxidant effects of *Viscum album* L. extracts by extraction conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 14–19. doi: 10.3746/jkfn.2010.39.1.014
- Jang TO, Yoo YH, Hwang YC, Kim HK, Woo HC (2010) Total polyphenol content and antioxidative activities of mistletoe (*Viscum album*) extracts by supercritical carbon dioxide. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 20–24. doi: 10.3746/jkfn.2010.39.1.020
- Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239–243. doi: 10.1016/S0021-9258(18)88697-5
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199–1200. doi: 10.1038/1811199a0
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol Med* 26: 1231–1237. doi: 10.1016/S0891-5849(98)00315-3
- Oyaizu M (1985) Studies on products of browning reaction: antioxidant activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jap J Nutr* 44: 307–315. doi: 10.5264/eiyogakuzashi.44.307
- Gray JI, Dugan Jr LR (1975) Inhibition of N-nitrosamine formation in model food system. *J Food Sci* 40: 981–985. doi: 10.1111/j.1365-2621.1975.tb02248.x
- Kim TH (2016) A novel α-glucosidase inhibitory constituent from *Uncaria gambir*. *J Nat Med* 70: 811–815. doi: 10.1007/s11418-016-1014-0
- Fox I, Dawson A, Loynds P, Eisner J, Findlen K, Levin E, Hanson D, Mant T, Wagner J, Maraganore J (1993) Anticoagulant activity of Hirulog™, a direct thrombin inhibitor, in humans. *Thromb Haemost* 69: 157–163. doi: 10.1055/s-0038-1651573
- Daglia M (2012) Polyphenols as antimicrobial agents. *Curr Opin Biotechnol* 23: 174–181. doi: 10.1016/j.copbio.2011.08.007
- Zong S, Ji J, Li JL, Yang QH, Ye M (2017) Physicochemical properties and anticoagulant activity of polyphenols derived from *Lachnum singerianum*. *J Food Drug Anal* 25: 837–844. doi: 10.1016/j.jfda.2016.08.011
- McDougall GJ, Shpiro F, Dobson P, Smith P, Blake A, Stewart D (2005) Different polyphenolic components of soft fruits inhibit α-amylase and α-glucosidase. *J Agric Food Chem* 53: 2760–2766. doi: 10.1021/jf0489926

22. Park EJ, Cho HW, Park YJ, In MJ, Kim DC (2021) *In vitro* biological activities of lotus (*Nelumbo nucifera*) leaves extract. J Appl Biol Chem 64: 121–125. doi: 10.3839/jabc.2021.018
23. In MJ, Kim KH, Kim DC (2020) Antioxidant and anticoagulant activities of Ganghwa medicinal mugwort (*Artemisia princeps* Pampanini) extract. J Appl Biol Chem 63: 439–442. doi: 10.3839/jabc.2020.057
24. Kim DC (2020) Antioxidative activities of ethanolic extracts of Duzhong (*Eucommia ulmoides* Oliver) leaf and bark. J Appl Biol Chem 63: 259–265. doi: 10.3839/jabc.2020.035
25. Kim DS, Choi MH, Shin HJ (2018) Polyphenol contents and antioxidant activities of domestic bamboo leaves with different extraction solvents. J Adv Eng Tech 11: 7–13. doi: 10.35272/jaet.2018.11.1.7
26. In MJ, Kim DC (2021) Antioxidant potential of root extracts of *Panax ginseng* and *Panax notoginseng*. J Appl Biol Chem 64: 407–411. doi: 10.3839/jabc.2021.055
27. Lee SE, Lee SW, Bang JK, Yu YJ, Seong NS (2004) Antioxidant activities of leaf, stem and root of *Panax ginseng* C.A. Meyer. Korean J Medicinal Crop Sci 12: 237–242
28. Lee SJ, Song EJ, Lee SY, Kim KBWR, Kim SJ, Yoon SY, Lee CJ, Ahn DH (2009) Antioxidant activity of leaf, stem and root extracts from *Orostachys japonicus* and their heat and pH stabilities. J Korean Soc Food Sci Nutr 38: 1571–1579. doi: 10.3746/jkfn.2009.38.11.1571
29. Kim JH, Jeong GH, Jeong YH, Kim TH (2019) Free radical scavenging and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities of the extracts of *Dystaenia takesimana* from Ulleung island. Korean J Food Preserv 26: 246–252. doi: 10.11002/kjfp.2019.26.2.246
30. Park EM, Kim MY (2017) *In vitro* antioxidant property and  $\alpha$ -glucosidase and pancreatic lipase inhibiting activities of Jeju camellia mistletoe (*Korthalsella japonica* (Thunb.) Engl.) extracts. J Appl Biol Chem 60: 241–244. doi: 10.3839/jabc.2017.038
31. Jeong GH, Jeong YH, Kim TH (2020) Comparison of the radical scavenging and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities of fingerroot extracts based on different extraction methods. Korean J Food Preserv 27: 197–203. doi: 10.11002/kjfp.2020.27.2.197
32. Choi HJ, Jeong YK, Kang DO, Joo WH (2008) Inhibitory effects of four solvent fractions of *Alnus firma* on  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase. J Life Sci 18: 1005–1010. doi: 10.5352/JLS.2008.18.7.1005