

자생 양치식물 9종의 성엽 및 근경 추출물의 α -glucosidase 억제 활성

김나래, 지래원, 이철희*

충북대학교 원예과학과

Alpha-glucosidase Inhibition Activity of Methanol Extracts Obtained from Nine Pteridophyte Species Native to Korea

Na Rae Kim, Lai Won Chi and Cheol Hee Lee*

Department of Horticultural Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

Abstract - This study was conducted not only to analyze α -glucosidase inhibition activity with fronds and rhizomes of nine Pteridophyte species, but also to select the plant materials suitable for natural α -glucosidase inhibitor. Harvested rhizomes and fronds were washed, freeze-dried and grinded. After conducting ultrasonication extraction for 30 minutes in ultrasonic water tank with 100% methanol solvent, and vacuum filtration, α -glucosidase inhibition activity was measured. Acarbose was used as the positive control. After mixing 100 μ L of 0.7 unit α -glucosidase enzyme solution into 50 μ L of extract and reacting them at 37°C for 10 minutes, 50 μ L of 1.5 mM p-NPG solution was taken and reacted at 37°C for 20 minutes. The reaction was stopped with 1 mL of 1 M Na₂CO₃ and absorbance was measured in 405 nm. With the regression analysis, the content of solubility solids (the value of IC₅₀) which can inhibit 50% of 0.7 unit α -glucosidase solution's activity was investigated. The frond (IC₅₀ = 14.00 ~ 913.33 μ g·mL⁻¹) and rhizome extracts (IC₅₀ = 12.93 ~ 205.84 μ g·mL⁻¹) of nine Pteridophyte species showed higher α -glucosidase inhibition activity in comparison with acarbose (IC₅₀ = 1413.70 μ g·mL⁻¹). The extracts of fronds and rhizomes showed higher value than acarbose by 1.55 ~ 100.98 and 6.87 ~ 109.33 times each. Especially, α -glucosidase inhibition activities of *Pyrrhosia lingua* in fronds and *Osmunda cinnamomea* var. *fokiensis* in rhizomes were the highest. The necessary biomass of fronds and rhizomes for inhibiting 50% of α -glucosidase activity showed the lowest value, 0.35, 0.27 mg each, in *O. cinnamomea* var. *fokiensis*. IC₅₀ value of *P. lingua* was the highest among fronds of nine Pteridophyte species, but content of soluble solids was 2.4 times less than *O. cinnamomea* var. *fokiensis*. So frond of *O. cinnamomea* var. *fokiensis* is more economic in comparison with *P. lingua*. As the result of this study, *O. cinnamomea* var. *fokiensis* showed high α -glucosidase inhibition activity even with small biomass. Therefore it was considered to be high-valued economic material as natural α -glucosidase inhibitor.

Key words - *Pyrrhosia lingua*, *Osmunda cinnamomea* var. *fokiensis*, IC₅₀, Fresh material

서 언

양치식물은 고생대 말엽에 지구상에 출현한 가장 오래된 식물군의 하나로서 분류학적으로 꽃이 피지 않고, 포자를 퍼뜨려 번식하는 고사리류를 통칭하는 식물군이다. 세계적으로 10,000 ~ 12,000여종이 분포하며, 한국에는 23과 71

속 240종 28변종 4품종의 총 272 분류군이 자생하고 있다 (Pak, 1961; KFS, 2005). 양치식물은 오랫동안 다양한 환경의 변화를 겪어온 식물군으로 외부 스트레스에 저항하기 위한 2차 대사산물을 다량 축적해 왔을 것으로 예상된다 (Taylor, 1994). 식용에 비해 약용으로 많이 사용되고 있으며, 국내 자생하는 양치식물 251종 중 53.0%(133종)이 약용으로 사용되고 있다(Nam and Lee, 2005).

양치식물에 대한 생리활성 연구는 항산화 활성(Jeong

*교신저자(E-mail) : leeche@chungbuk.ac.kr

et al., 2007; Shin, 2010; Oh et al., 2008), 항균, 미백 활성, 지질과산화 억제활성(Shin, 2010), ACE 저해활성, APN 저해활성, α-amylase 저해활성(Oh et al., 2008) 등이 있다. 그러나 당뇨병과 관련된 α-glucosidase 활성에 대한 연구는 전무한 실정이다.

당뇨병은 인슐린이 생성되지 않아 포도당이 체내에 쌓여 고혈당 상태가 지속되어 당뇨병이 발병되어 망막증, 고혈압 등의 합병증을 일으킨다. α-Glucosidase는 탄수화물의 소화에서 마지막 단계를 촉진시켜 포도당으로 전환시키는 효소로서(Baynes, 1991; Bertozzi and Kiessling, 2001; Kim et al., 2006), α-Glucosidase 저해제는 탄수화물의 분해를 지연하여 약화된 췌장에서 분비되는 인슐린만으로도 체내 혈당을 조절하여 당뇨병을 치료할 수 있다(Adisakwattana et al., 2009). 그러나 현재 시판중인 α-glucosidase 저해제는 배설에 관련된 질환, 저혈당으로 인한 쇼크 등의 부작용이 문제가 되고 있다. 이러한 α-glucosidase 저해제의 단점을 보완하기 위하여 식물을 포함한 천연물을 이용한 α-glucosidase 억제활성 연구가 진행되고 있으나 많은 진전을 보지 못하고 있는 실정이다(Göke et al., 1995; Vanna-saeng et al., 1995; Drent et al., 2002; Han et al., 2008).

그러므로 본 연구는 생리활성이 우수하며 재배가 쉬운

자생 양치식물 9종의 성엽 및 근경의 α-glucosidase 억제 활성 및 필요 생체량을 분석하여, α-glucosidase 저해활성이 우수하며 경제적인 천연 항당뇨 소재를 개발하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

연구 재료

연구에 사용한 자생 양치식물은 점고사리(*Hypolepis punctata*), 고사리(*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*), 꿩고비(*Osmunda cinnamomea* var. *fokiensis*), 음양고비(*Osmunda claytoniana*), 석위(*Pyrrhosia lingua*), 개고사리(*Athyrium niponicum*), 청나래고사리(*Matteuccia struthiopteris*), 야산고비(*Onoclea sensibilis* var. *interrupta*), 우드풀(*Woodsia polystichoides*) 등 총 9종이다(Table 1). 실험재료로는 자생지에서 수집하여 충북 청주시에 위치한 비닐하우스에서 식재하여 3년 이상 재배한 것을 사용하였다. 성엽은 성숙한 엽을 골라 채집하였으며, 근경은 신선한 것을 사용하기 위하여 채집 후 절단하여 내부가 녹색인 것만 골라 실험재료로 사용하였다. 그러나 석위와 우드풀의 근경은 수확량이 적어 실험재료에서 제외되었다. 양치식물

Table 1. Origins and parts of nine Pteridophyte species used for this study

Scientific name	Korean name	Origin	Part	Harvest date
<i>Hypolepis punctata</i>	점고사리	Jeju, Korea	Fron	July 31, 2007
			Rhizome	Jan. 19, 2008
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	고사리	Cheongwon, Korea	Fron	July 31, 2007
			Rhizome	Jan. 19, 2008
<i>Osmunda cinnamomea</i> var. <i>fokiensis</i>	꿩고비	Miwon, Korea	Fron	July 31, 2007
			Rhizome	Jan. 19, 2008
<i>Osmunda claytoniana</i>	음양고비	Koseong, Korea	Fron	July 31, 2007
			Rhizome	Jan. 19, 2008
<i>Pyrrhosia lingua</i>	석위	Jeju, Korea	Fron	July 10, 2007
<i>Athyrium niponicum</i>	개고사리	Goesan, Korea	Fron	July 31, 2007
			Rhizome	Jan. 19, 2008
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	청나래고사리	Cheongwon, Korea	Fron	July 31, 2007
			Rhizome	Jan. 19, 2008
<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>	야산고비	Yangyang, Korea	Fron	July 31, 2007
			Rhizome	Jan. 19, 2008
<i>Woodsia polystichoides</i>	우드풀	Teabak, Korea	Fron	Oct 31, 2007

은 수확한 다음 수세 후 절단하여 동결건조기(FD8512, IlShin Lab. Co. Ltd., Korea)를 이용하여 동결건조 하였으며, 건조한 시료는 분쇄기(FM-681C, Hanil Electric, Korea)로 곱게 분쇄하였다. 건조 후의 무게를 측정하여 각 재료의 수분함량을 측정하였다.

추출 방법

본 실험에 사용된 9종의 양치식물 성엽과 근경 메탄올 추출물 제조는 Shin(2010)의 초음파 추출법을 이용하였다. 분쇄한 시료와 메탄올을 유리병에 넣은 후 아크릴판에 부착하였으며, 초음파 수조(5510-DTH, Branson, USA) 내부에 5 L의 물을 넣어 약 9 cm 높이로 채워 유리병이 초음파수조 하단에 직접 닿지 않도록 하여 추출하였다. 30분 동안 추출한 후, 추출액은 여과지(Advantec No. 2, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Japan)를 이용하여 vacuum pump (GAST)로 감압여과 하였다. 여과된 추출물의 추출수율은 『추출수율(%) = [가용성 고형분 농도(mg·mL⁻¹) - 총 추출량(mL) / 건조 시료량(mg)] × 100』의 식으로 구하였으며, 질소 충전하여 -70°C (SW-UF-200, Samwon Engineering

Co., Korea)에 저장하면서 실험에 사용하였다.

α -Glucosidase 억제활성 분석

추출물 50 μ L에 0.7 unit α -glucosidase 효소액(G5003, Sigma, USA) 100 μ L를 첨가하여 혼합한 다음 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 1.5 mM p-NPG 기질액을 50 μ L 넣고 37°C에서 20분간 반응시켰다. 1 M Na₂CO₃ 1 mL를 첨가하여 반응을 정지시킨 뒤, UV/Visible spectrophotometer로 405 nm에서 흡광도를 측정하였다(Kim *et al.*, 2004). 추출물의 α -glucosidase 억제활성 효과는 『 α -Glucosidase 억제활성 (%) = (1-추출물 첨가구 흡광도/용매 첨가구 흡광도) × 100』의 수식에 따라 산출하였다. 회귀분석을 이용하여 0.7 unit α -glucosidase를 50% 억제하는데 필요한 시료의 농도(IC₅₀)를 구하였다. α -Glucosidase 억제활성을 비교하기 위하여 양성 대조군으로 acarbose(4",6"-Dideoxy-4"-([1S]-[1,4,6/5]-4,5,6-trihydroxy-3-hydroxymethyl-2-cyclohexenylamino-maltotriose; A8980, Sigma, China)를 사용하였다. α -Glucosidase 억제활성 분석은 3반복을 1회로 하여 3회 이상 반복으로 하였으며,

Table 2. Moisture contents of fresh materials and soluble solid contents of extracts obtained from nine Pteridophyte species used for this study

Scientific name	Part	Moisture content (%)	Soluble solid content (g·g ⁻¹ db) ^z
<i>Hypolepis punctata</i>	Frond	83.76	0.23 ± 0.00 ^y
	Rhizome	69.49	0.11 ± 0.00
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	Frond	81.46	0.15 ± 0.00
	Rhizome	75.94	0.14 ± 0.00
<i>Osmunda cinnamomea</i> var. <i>fokiensis</i>	Frond	80.64	0.24 ± 0.00
	Rhizome	66.37	0.14 ± 0.00
<i>Osmunda claytoniana</i>	Frond	77.25	0.29 ± 0.00
	Rhizome	67.08	0.12 ± 0.00
<i>Pyrrhosia lingua</i>	Frond	69.09	0.10 ± 0.00
<i>Athyrium niponicum</i>	Frond	82.13	0.21 ± 0.00
	Rhizome	70.85	0.20 ± 0.00
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	Frond	85.54	0.26 ± 0.00
	Rhizome	72.72	0.17 ± 0.00
<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>	Frond	82.56	0.18 ± 0.00
	Rhizome	65.48	0.13 ± 0.00
<i>Woodsia polystichoides</i>	Frond	77.07	0.11 ± 0.00

^zGrams of solubles contents per gram of dried samples.

^yValues are mean±SE.

통계치리는 평균±표준오차(mean ±SE)로 표기하였다.

필요 생체량 분석

필요 생체량은 α-Glucosidase의 50% 억제활성을 보이는 추출물을 만들기 위해 필요한 식물체의 양이다. 식물의 필요 생체량은 추출물의 IC₅₀ 값, 가용성 고형분, 수분함량을 종합적으로 고려하여『필요 생체량(mg) = (추출물 IC₅₀ 값/가용성 고형분)/{(100-수분함량) / 100}』의 식을 이용하여 구하였다

결과 및 고찰

수분함량 및 추출수율

양치식물 9종의 수분함량은 성엽은 69.09~85.54%, 근경은 65.48~75.94%로 성엽이 근경에 비해 많았으며, 성엽은 청나래고사리(85.54%), 근경은 고사리(75.94%)에서 가장 많았다(Table 2). 추출수율은 0.10~0.29 g·g⁻¹로 나타났으며, 수분함량과 마찬가지로 성엽이 근경에 비해 많았다. 성엽은 음양고비(0.29 g·g⁻¹), 근경은 청나래고사리(0.17 g·g⁻¹)의 추출수율이 가장 높았다.

α-glucosidase 억제활성

자생 양치식물인 점고사리, 고사리, 꿩고비, 음양고비, 석위, 개고사리, 청나래고사리, 야산고비, 우드풀의 성엽 및 근경 메탄올 추출물의 α-glucosidase 억제활성을 분석한 결과, 대조구인 acarbose에 비해 양치식물 9종 모두 억제활성이 우수한 것으로 나타났다(Table 3). IC₅₀ 값은 성엽의 경우 14.00~913.33 ug·mL⁻¹로 대조구인 acarbose (IC₅₀=1413.70 ug·mL⁻¹)에 비해 α-glucosidase 억제활성이 1.55~100.98배 높았으며, 특히 석위의 α-glucosidase 억제활성이 가장 높았다. 근경의 경우에는 IC₅₀ 값은 12.93~205.84 ug·mL⁻¹로 acarbose에 비해 6.87~109.33배 높았으며, 꿩고비의 α-glucosidase 억제활성(12.93 ug·mL⁻¹)이 가장 높았다.

성엽에서 α-glucosidase 억제활성이 가장 높았던 석위의 IC₅₀ 값은 acarbose에 비해 100.96배 높았다. 석위의 잎은 약재로 쓰이며, 유효성분으로는 anthraquinone, flavonoid, fumaric acid, caffeic acid, isomangiferin, saponin 등이 있다. 또한 이뇨, 지혈, 항균효과 및 만성 기관지염 등의 치료 효과가 있다고 보고되었다(Ahn, 1998; Bae, 2000).

Table 3. IC₅₀ value of α-glucosidase inhibitory activity in nine Pteridophyte species

Scientific name	Part	IC ₅₀ value (ug·mL ⁻¹) ^z
<i>Acarbosey</i>		1413.70 ± 179.15 ^{xew}
<i>Hypolepis punctata</i>	Fronde	913.33 ± 38.41 ^d
	Rhizome	18.72 ± 0.72 ^a
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	Fronde	539.95 ± 20.78 ^c
	Rhizome	205.84 ± 17.69 ^b
<i>Osmunda cinnamomea</i> var. <i>fokiensis</i>	Fronde	16.18 ± 0.88 ^a
	Rhizome	12.93 ± 0.76 ^a
<i>Osmunda claytoniana</i>	Fronde	39.06 ± 3.44 ^a
	Rhizome	16.01 ± 0.44 ^a
<i>Pyrrosia lingu</i>	Fronde	14.00 ± 0.77 ^a
<i>Athyrium niponicum</i>	Fronde	18.55 ± 0.76 ^a
	Rhizome	19.47 ± 1.78 ^a
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	Fronde	26.66 ± 0.66 ^a
	Rhizome	35.00 ± 1.93 ^a
<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>	Fronde	41.30 ± 1.79 ^a
	Rhizome	17.33 ± 0.92 ^a
<i>Woodsia polystichoides</i>	Fronde	56.27 ± 2.06 ^a

^zThe half maximal (50%) inhibition concentration.

^yAcarbose (4",6"-Dideoxy-4"-([1S]-[1,4,6/5]-4,5,6-trihydroxy-3-hydroxymethyl-2-cyclohexenylamino-maltotriose): α-glucosidase inhibitor.

^xValues are mean ± SE.

^wMean separation within columns by Duncan's multiple range test, p<0.05.

Kim *et al.* (2008)의 고압용매 추출을 이용한 총 페놀 함량 및 통합적 항산화 능력을 측정연구에서 석위의 총 페놀함량은 3.35배, 통합적 항산화 능력은 3.27배 증가했다는 결과를 통해, 추출 방법에 따라 석위의 α-glucosidase 억제활성을 증가시킬 수 있을 것으로 예상된다.

근경에서 α-glucosidase 억제활성이 가장 높게 나타난 꿩고비의 IC₅₀ 값은 acarbose에 비해 87.37배 높았다. 약용식물인 꿩고비는 근경이 자기관중(紫箕觀衆)이라 불리며 대변 출혈의 지혈작용(Ahn, 1998)과 고비와 약의 효능 비슷하여 유사 질병의 약재로 쓰인다(Bae, 2000).

α-Glucosidase 억제활성이 가장 우수한 석위의 성엽과 꿩고비의 근경은 DPPH radical 소거활성연구(Shin, 2010)에서도 합성항산화제인 BHT 보다 높은 것으로 나타나 α-glucosidase 억제활성과 DPPH radical 소거활성이 상관

Table 4. Amount of fresh materials required for obtaining soluble solids of nine Pteridophyte species appearing IC₅₀

Scientific name	Part	Amount of fresh material required (mg)
<i>Hypolepis punctata</i>	Fronde	24.74 ± 1.04 ^z
	Rhizome	0.54 ± 0.02
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	Fronde	18.81 ± 0.72
	Rhizome	6.04 ± 0.52
<i>Osmunda cinnamomea</i> var. <i>fokiensis</i>	Fronde	0.35 ± 0.02
	Rhizome	0.27 ± 0.02
<i>Osmunda claytoniana</i>	Fronde	0.59 ± 0.05
	Rhizome	0.40 ± 0.01
<i>Pyrrosia lingu</i>	Fronde	0.47 ± 0.03
<i>Athyrium niponicum</i>	Fronde	0.51 ± 0.02
	Rhizome	0.33 ± 0.03
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	Fronde	0.72 ± 0.02
	Rhizome	0.77 ± 0.04
<i>Onoclea sensibilis</i> var. <i>interrupta</i>	Fronde	1.34 ± 0.06
	Rhizome	0.38 ± 0.02
<i>Woodsia polystichoides</i>	Fronde	2.16 ± 0.08

^zValues are mean±SE.

관계가 있다는 것을 알 수 있었다. 이는 Lee *et al.* (2010)의 마전자 추출물, Xu *et al.* (2010)의 토후박 추출물에서도 DPPH radical 소거활성과 α-glucosidase 억제활성의 연관성을 확인할 수 있었다.

필요 생체량

0.7 Unit α-glucosidase를 50% 억제하기 위한 추출물을 만드는데 필요한 양치식물 9종의 성엽과 근경 추출물의 필요 생체량을 얻기 위하여 수분함량, 추출수율 및 추출물의 IC₅₀ 값을 종합적으로 고려하여 환산하였다. 연구 결과, 성엽은 0.35~24.74, 근경은 0.27~6.04 mg의 매우 적은 양이 필요로 하였다(Table 4). IC₅₀ 값의 결과와 마찬가지로 성엽보다 근경이 적은 생체량으로 α-glucosidase를 억제하는 경향을 나타내었다.

성엽과 근경에서 꿩고비가 0.35, 0.27 mg의 가장 적은 생체량으로 α-glucosidase 50%를 억제할 수 있는 것으로 나타났다. 성엽의 IC₅₀ 값에서는 석위가 가장 높은 것으로 나타났으나, 추출수율이 꿩고비에 비해 2.4배 낮아 꿩고비

성엽이 더 적은 생체량으로도 α-glucosidase를 억제할 수 있는 것으로 나타났다. 연구의 결과, 양치식물 9종은 적은 양으로도 α-glucosidase 억제활성에 효과가 있으며, 그 중에서도 꿩고비는 약용 식물일 뿐만 아니라, 항산화 활성도 우수하므로 경제적인 향당료 천연소재로 개발할 수 있을 것으로 생각된다.

적 요

본 연구는 자생 양치식물 9종의 성엽과 근경을 재료로 α-glucosidase 억제활성을 분석하여 천연 α-glucosidase 저해제로서 개발 가능한 식물 소재를 선별하기 위하여 수행하였다. 수확된 성엽과 근경은 수세 후 동결건조 하였으며, 건조시료를 분쇄하여 100% 메탄올 용매로 30분 동안 초음파 추출을 하였고, 추출 후 감압여과 하여 α-glucosidase 억제활성을 측정하였다. 양성 대조구로는 acarbose를 사용하였다. 추출물 50 μL에 0.7 unit α-glucosidase 효소액 100 μL를 넣고 혼합하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후, 1.5 mM p-NPG 기질용액을 50 μL 넣고 37°C에서 20분간 반응시켰다. 1 M Na₂CO₃ 1 mL로 반응을 정지시키고 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. 회귀분석을 이용하여 0.7 unit α-glucosidase 용액의 활성을 50%를 억제하는데 필요한 시료의 농도(IC₅₀ 값)를 구하였다. 양치식물 9종의 α-glucosidase 억제활성은 성엽(IC₅₀ = 14.00~913.33 μg·mL⁻¹)과 근경 추출물(IC₅₀ = 12.93~205.84 μg·mL⁻¹)에서 공히 acarbose(IC₅₀ = 1413.70 μg·mL⁻¹)에 비해 높았다. 양치식물의 추출물은 acarbose에 비해 성엽은 1.55~100.98배, 근경은 6.87~109.33배 높은 것으로 나타났다. 특히 성엽에서는 석위의 억제활성이, 근경에서는 꿩고비의 α-glucosidase 억제활성이 가장 높았다. α-Glucosidase 활성의 50%를 억제하기 위한 성엽과 근경의 필요 생체량은 공히 꿩고비(각 0.35, 0.27 mg)에서 가장 적은 것으로 나타났다. 성엽의 경우는 석위의 IC₅₀ 값이 가장 높았으나 가용성 고형분의 함량이 꿩고비에 비해 2.4배 낮아, 오히려 꿩고비의 경제성이 더 높은 것을 알 수 있었다. 본 연구의 결과 꿩고비는 적은 생체량으로도 높은 α-glucosidase 억제활성을 나타내기 때문에 경제적인 천연 α-glucosidase 저해제 소재로써 개발 가치가 매우 높은 것을 알 수 있었다.

사 사

이 논문은 2011년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음(This work was supported by the research grant of the Chungbuk National University in 2011).

인용문헌

- Adisakwattana, S., P. Chantarasinlapin, H. Thammarat and S. Yibchok-Anun. 2009. A series of cinnamic acid derivatives and their inhibitory activity on intestinal α -glucosidase. *J. Enz. Inhib. Med. Chem.* 24:1194-1200.
- Ahn, D.K. 1998. Illustrated Book of Korean Medical Herbs. Gyohaksa, Seoul, Korea (in Korean).
- Bae, K.H. 2000. Medicinal Plants in Korea. Gyohaksa, Seoul, Korea (in Korean).
- Baynes, J.W. 1991. Role of oxidative stress in development of complications in diabetes. *Diabetes* 40:405-412.
- Bertozzi, C.R. and L.L. Kiessling. 2001. Chemical glycobiology. *Science* 23:2357-2364.
- Croft, J. 1982. Ferns and man in New Guinea. Papua New Guinea Botany Soc. (<http://www.cpbr.gov.au/fern/ferns-man-ng.html>).
- Drent, M.L., A.T. Tollefsen, F.H. Van Heusden, E.B. Hoenderdos, J.J. Jonker and E.A. Van der Veen. 2002. Dose-dependent efficacy of miglitol, an α -glucosidase inhibitor, in type 2 diabetic patients on diet alone: Results of a 24-week double-blind placebo-controlled study. *Diab. Nutr. Metab.* 15:152-159.
- Göke, B., H. Fuder, G. Wieckhorst, U. Theiss, E. Stridde, T. Littke, P. Kleist, R. Arnold and P.W. Lücker. 1995. Voglibose (AO-128) is an efficient α -glucosidase inhibitor and mobilizes the endogenous GLP-1 reserve. *Digestion* 56: 493-501.
- Han, Q.B., S.L. Li, C.F. Qiao, J.Z. Song, Z.W. Cai, P.H. But P, P.C. Shaw and H.X. Xc. 2008. A simple method to identify the unprocessed *Strychnos* seeds used in herbal medicinal products. *Planta Med.* 74:458-463.
- Jeong, J.A., S.H. Kwon, and C.H. Lee. 2007. Screening for antioxidative activities of extracts from aerial and underground parts of some edible and medicinal ferns. *Kor. J. Plant Res.* 20:185-192 (in Korean).
- Kim, H.J. and Y.C. Kim. 2006. Antidiabetic and antioxidant effects of Chunggugjang powder in streptozotocin-induced diabetic rats. *J. Environ. Toxicol.* 21:139-146 (in Korean).
- Kim, M.B., S.H. Hyun, J.S. Park, M.A. Kang, Y.H. Ko and S.B. Lim. 2008. Integral antioxidative capacity of extracts by pressurized organic solvent from natural plants in Jeju. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 37:1491-1496 (in Korean).
- Korean Fern Society (KFS). 2005. Illustrated Fern Native to Korea. Geobook, Seoul, Korea (in Korean).
- Lee, J.M., J.H. Park, H.R. Park and E.J. Park. 2010. Antioxidant and α -glucosidase inhibitory activity of *Strychnos nuxvomica* extracts. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 1243-1248 (in Korean).
- Nam, K.H. and Y.M. Lee. 2005. Edible ferns of Korea. *J. Kor. Ferns Soc.* 9:23-30 (in Korean).
- Oh, S.J., S.S. Hong, Y.H. Kim and S.C. Koh. 2008. Screening of biological activities in fern plants native to Jeju island. *Kor. J. Plant Res.* 21:12-18 (in Korean).
- Pak, M.K. 1961. Flora of Korean Pteridophyta. Kyohakdos Co., Seoul, Korea (in Korean).
- Shin, S.L. 2010. Functional components and biological activities of Pteridophytes as healthy biomaterials. Ph.D Thesis, Chungbuk Nat'l. Univ. (in Korean).
- Taylor, W.C. 1994. Our fine, feathery ferns. *LORE Mag.* 44:14-19.
- Vannasaeng, S., S. Ploybutr, W. Nitiyanant, T. Peerapatdit and A. Vichayanrat. 1995. Effects of α -glucosidase inhibitor (acarbose) combined with sulfonylurea or sulfonylurea and metformin in treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *J. Med. Assoc. Thai.* 78:578-585.
- Xu, M.L., J.H. Hu, L. Wang, H.S. Kim, C.W. Jin and D.H. Cho. 2010. Antioxidant and anti-diabetes activity of extracts from *Machilus thunbergii* S. et Z. *Kor. J. Med. Crop Sci.* 18:34-39.

(Received 22 January 2013 ; Revised 22 April 2013 ; Accepted 14 June 2013)