

수태의 항혈전 활성

이예슬, 정수진, 김미선, 손호용*, 정인창
안동대학교 식품영양학과

Received: September 24, 2014 / Revised: November 6, 2014 / Accepted: November 6, 2014

In-vitro Anti-thrombosis Activity of *Sphagnum palustre*

Ye-Seul Lee, Su-Jin Jung, Mi-Sun Kim, Ho-Yong Sohn*, and In-Chang Jung

Department of Food and Nutrition, Andong National University, Andong 760-749, Republic of Korea

Sphagnum palustre (SP), a species of moss belong to the *Sphagnaceae* family, is used as a dwarfed potted plant, in diapers, bandages, and soil additives. Although, SP can be found all over the world and is very cheap, the study of SP components and bioactivities are still at a rudimentary stage. In this study, the hot-water extract of SP (HWSP) and its subsequent organic solvent fractions were prepared, and their *in-vitro* anti-thrombosis activities were evaluated. The results showed that the water residue of HWSP has a strong anti-coagulation activity with significant extensions of thrombin time, and platelet aggregation activity. Our results suggest that the SP has the potential to be a novel resource for anti-thrombosis agents. This report provides the first evidence of the anti-thrombosis activity of SP.

Keywords: Anti-coagulation, anti-platelet aggregation, *Sphagnum palustre*

수태(*Sphagnum palustre*)는 물이끼과(*Sphagnaceae*)의 연한 녹색 선대식물로 물기가 있는 지상이나 늪 주변에 주로 분포하며, 습기가 높은 강변이나 산림이 발달된 숲에 이끼포자가 날아와 부착되어 생성된다. 줄기는 보통 10-20 cm 이고 줄기 끝에 많은 가지가 모여 나며, 줄기의 표피층에는 커다란 저장세포들이 다수 분포하여 외부 수분을 자체 무게의 20배 이상까지 저장할 수 있다[6]. 이런 특성을 이용하여 상업적으로 분재 등의 식물 뿌리의 수분을 유지하는 데 주로 사용되며, 건조 물이끼는 기저귀, 수술용 붕대, 토양 첨가제로 사용되며[12], 한방에서는 벌에 물린 곳에 사용하기도 한다. 우리나라의 경우 수태는 측리(側理), 석발(石髮), 석의(石衣), 수의(水衣), 수면(水綿), 담(澗), 취태(翠苔), 청태(靑苔) 등의 다양한 이름으로 불리며, 오대산, 대암산, 정족산 등 주로 고층습원 및 산림습지에서 제한적으로 보고되어 있으며[14], 상업적으로는 주로 저렴한 가격(6,000원/톤)의 칠레산 및 뉴질랜드산을 수입하여 사용하고 있다.

수태는 지구상의 열대에서 극지까지 습지, 호숫가 등에서 대량 생산되면서도 매우 광범위하게 존재하지만, 이에 대한

연구는 전 세계적으로도 매우 미진한 상태이다. 수태에 대한 기존의 연구는 주로 생태학적 측면에서 진행되고 있으며[5, 13, 14], 다양한 환경조건에서 수태의 성장[4, 5] 및 환경변화에 따른 수태 지질 성분의 변화[2, 6], 미세조류 및 곰팡이와의 상호작용[10] 및 수태의 유전적 다양성[7] 등에 대한 일부 연구가 진행되었다. 특히 수태의 생리활성 물질 및 유용기능에 대한 연구는 전 세계적으로도 거의 이루어진 바 없으며, 수태 ethanol 추출물의 폐암세포주에 대한 생육억제 활성[12] 및 수태로부터 (S)-(+)- α -methylserine과 γ -L-glutamyl-L-arginine의 분리가 보고되어 있을 뿐이다[11]. 따라서 본 연구에서는 수태의 고부가가치화를 위해 수태 성분 및 유용생리활성 발굴 연구의 일환으로 수태의 항혈전 활성을 평가하였다. 실험에 사용한 수태는 칠레산 수태로 2013년 3월 구입하여 사용하였으며, 수태의 ethanol 추출물 제조를 위해서는 수태 무게의 30배의 95% ethanol (Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd. Korea)을 가한 후 상온에서 24시간, 3회 반복 추출하였으며, 열수 추출물 조제를 위해서는 수태 무게의 40배의 증류수를 가한 후 100°C에서 1시간, 3회 반복 추출하였다. 각각의 추출액은 filter paper (Whatman No. 2)로 거른 후 감압 농축(Eyela Rotary evaporator N-1000, Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Japan)하여 분말로 조제하였다. 이때 ethanol 추출 수율은 $1.9 \pm 0.1\%$, 열수 추출 수

*Corresponding author

Tel: +82-54-820-5491, Fax: +82-54-820-7804

E-mail: hysohn@anu.ac.kr

© 2014, The Korean Society for Microbiology and Biotechnology

율은 $6.8 \pm 0.2\%$ 로 열수 추출이 더욱 효율적이었다. 조제된 추출물의 항혈전 활성을 평가하기 위해 혈액응고 저해활성을 기존에 보고된 방법[9]에 준해 평가하였으며, thrombin time (TT), prothrombin time (PT) 및 activated partial thromboplastin time (aPTT)을 측정하였다. 먼저 혈액 응고에서 중추적 역할을 수행하는 thrombin의 활성을 평가하는 TT [8]는 37°C 에서 0.5 U thrombin (Sigma Co., St. Louis, MO, USA) 50 μl 와 20 mM CaCl_2 , 50 μl , 다양한 농도의 시료 10 μl 를 Amelung coagulometer KC-1A (Amelung, Lemgo, Germany)의 튜브에 혼합하여 2분간 반응시킨 후, 표준혈장(MD Pacific Technology Co., Ltd., Huayuan Industrial Area, China) 100 μl 를 첨가한 후 혈장이 응고될 때까지의 시간을 측정하였으며[9], PT는 외인성 응고계의 응고 활성을 종합적으로 측정하는 방법[15]으로, 혈장 70 μl 와 다양한 농도의 시료 10 μl 를 coagulometer의 튜브에 첨가하여 37°C 에서 3분간 가온 후, 130 μl 의 PT reagent (MD Pacific Technology Co., Ltd., Huayuan Industrial Area, China)를 첨가하고 혈장이 응고될 때까지의 시간을 측정하였다[9]. 한편 내인성 경로에 의한 혈액응고활성을 평가하는 aPTT 측정의 경우에는, 표준혈장 70 μl 와 다양한 농도의 시료 10 μl 를 coagulometer 튜브에 첨가하여 37°C 에서 3분간 가온 후, 65 μl 의 aPTT reagent (MD Pacific Technology Co., Ltd., Huayuan Industrial Area, China)를 첨가하고 다시 37°C 에서 3분간 반응하였다. 이후 65 μl CaCl_2 (35 mM)을 첨가한 후 혈장이 응고될 때까지의 시간을 측정하였다[9]. 이때 시료 대조군으로는 아스피린(Sigma Co., St. Louis, MO, USA)을, 용매 대조군으로는 DMSO를 사용하였으며, TT, PT 및 aPTT 연장효과는 각각 3회 이상 반복한 시료 실험의 평균치를 용매 대조군인 DMSO의 실험 평균치의 비로 나타내었다[8, 9]. 실험 결과는 SPSS 21.0 버전을 사용하여 mean \pm SD로 나타내었으며, 각 구간간의 차이는 ANOVA로 분석하였으며, Duncan 다중비교 검증법으로 통계적 유의성 검정을

조사하였다. 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다. 먼저 혈액응고 저해활성 측정결과, 대조군으로 사용된 아스피린(1.5 mg/ml)은 TT, PT, aPTT를 무첨가구에 비해 각각 1.8배, 1.8배 및 1.7배 연장시켜 우수한 항혈전 효과를 나타내었으며, 수태 추출물들은 농도 의존적으로 TT, PT, aPTT의 연장효과를 나타내었다(Table 1). 열수 추출물이 ethanol 추출물보다 강력한 항혈전 효과를 나타내었으며, 특히 열수 추출물은 2.5 mg/ml 농도에서 용매 대조군에 비해 8.1배, 5.0 mg/ml 농도에서 15배 이상 연장된 TT를 나타내어 매우 강력한 thrombin 저해효과를 나타내었다. 수태 추출물들은 PT에 대해서는 미약한 효과를 나타내었으나, aPTT의 경우 ethanol 및 열수 추출물 5 mg/ml 농도에서 무첨가구에 비해 각각 2.9배 및 1.9배의 aPTT 연장효과가 나타나 내인성 혈액응고인자 저해에 의한 항혈전 효과가 인정되었다(Table 1).

높은 수율과 강력한 항혈전 활성을 나타내는 수태 열수 추출물을 대상으로 hexane, ethylacetate, butanol을 이용하여 순차적 분획하였으며, 최종적으로 물 잔류물을 회수하였다. 분획물의 수득 및 성분 분석 결과는 Table 2에 나타내었다. 열수 추출물의 순차적 분획시, 열수 추출물의 46.7%는 butanol 분획으로 이행되었으며 ethylacetate 분획물은 추출물의 0.6%만을 차지하였다. 유기용매 분획후의 물 잔류물은 추출물의 46.7%로, 열수 추출물의 대부분의 성분이 수용성 성분임을 알 수 있었다(Table 2). 이는, 100 g의 수태로부터 열수 추출물 6.8 g을 조제하고, 이후 약 3.18 g의 물 잔류물을 회수할 수 있음을 의미한다. 한편 조제된 열수 추출물의 총 폴리페놀(total polyphenol: TP) 및 총 플라보노이드(total flavonoid: TF) 함량 측정 결과, 각각 28.82 mg/g 및 12.81 mg/g을 나타내어, 삼나무과 같은 산채류에 비해서는 낮았으나[9], 체리 과즙 또는 근채류인 장마의 함량과는 유사하였다[1, 8]. 이러한 결과로 열악한 환경에서 생존하는 수태가 다양한 폴리페놀성 생리활성물질을 포함하고 있음을 추측할 수 있었다. 수태 분획물의 경우, ethylacetate 분획물은 열수 추출물

Table 1. Effect of the ethanol and hot-water extract of *Sphagnum palustre* on blood coagulation.

Samples	Conc. (mg/ml)	Anti-thrombosis activity ¹		
		TT	PT	aPTT
DMSO	-	1.0 ± 0.0^a	1.0 ± 0.0^a	1.0 ± 0.1^a
Aspirin	1.5	1.8 ± 0.1^b	1.8 ± 0.1^e	1.7 ± 0.0^d
Ethanol extract	5.0	3.4 ± 0.2^c	1.3 ± 0.0^{bc}	2.9 ± 0.1^f
	2.5	2.0 ± 0.0^b	1.1 ± 0.1^{ab}	1.4 ± 0.2^c
Hot-water extract	5.0	$>15^e$	1.4 ± 0.1^d	1.9 ± 0.0^e
	2.5	8.1 ± 0.2^d	1.2 ± 0.0^b	1.2 ± 0.1^b

¹Anti-thrombosis activity: Data are presented as relative clotting time based on solvent control. The thrombin time (TT), prothrombin time (PT) and activated partial thromboplastin time (aPTT) of solvent control (dimethylsulfoximide) were 24.0 sec, 18.6 sec and 40.5 sec, respectively. Data are presented as the mean \pm SD of three determinations. Different letters within a column differ significantly ($p < 0.05$).

보다 각각 1.6배, 2.1배 높은 45.06 mg/g의 TP 및 20.01 mg/g의 TF 함량을 나타내었으며, 물 잔류물은 21.77 mg/g 및 11.73 mg/g의 높은 TP 및 TF 함량을 나타내었다(Table 2). 한편 총당 함량 분석결과 butanol 분획물이 가장 높은 총당 함량을 나타내었으며, 물 잔류물, ethylacetate 분획, hexane 분획물 순의 함량을 나타내었으며, 환원당 함량의 경우 butanol 분획물, ethylacetate 분획물, 물 잔류물, hexane 분획물 순을 나타내었다. 이때 TP 함량은 추출 검액 400 µl에 50 µl의 folin-ciocalteau, 100 µl의 Na₂CO₃ 포화용액을 넣고, 실온에서 1시간 방치한 후 725 nm에서 흡광도를 측정하여 분석하였으며, 표준시약으로는 tannic acid를 사용하였다[16]. TF함량은 시료를 18시간 메탄올로 교반 추출하고, 여과한 추출 검액 400 µl에 90% diethylene glycol 4 ml를 첨가하고 다시 1 N NaOH 40 µl를 넣고 37°C에서 1시간 반응 후 420 nm에서 흡광도를 측정하여 분석하였으며, 표준시약으로는 rutin을 사용하였다[18]. 총당 정량의 경우에는 phenol-sulfuric acid법을, 환원당 정량의 경우에는 DNS 변법을 이

용하였으며 표준시약으로는 각각 sucrose와 glucose를 사용하였다[18].

수태 분획물의 혈액응고저해에 따른 항혈전 활성은 Table 3에 나타내었다. 분획물 중 열수 추출물보다 강력한 항혈전 활성은 물 잔류물에서 확인되었으며, 2.5 mg/ml 농도에서도 15배 이상의 연장된 TT 및 1.6배 연장된 aPTT를 나타내었다. 특히 TT의 경우, 물 잔류물은 아스피린보다 강력한 저해 활성을 나타낸 바, 물 잔류물이 정제되지 않은 상태임을 고려한다면, 수태는 thrombin 저해제의 신규 생물자원으로 개발 가능성이 매우 높다고 판단된다. 한편 ethylacetate 및 butanol 분획에서도 5 mg/ml 농도에서 1.7배의 연장된 TT를 나타내어 수태는 다양한 성분의 항혈전 활성물질을 함유하고 있음을 확인하였다.

혈소판은 혈관내의 지혈 및 혈전 생성 생성을 개시하는 중요한 세포로, 과도한 혈소판 응집은 혈전 생성을 촉진시켜 정상적인 혈액순환을 저해한다[3]. 따라서, 수태 열수 추출물과 분획물이 혈소판 응집저해에 미치는 영향을 평가하였다.

Table 2. Yields of hot-water extract and its solvent fractions of *Sphagnum palustre* and their total polyphenol and total flavonoid contents.

Extract/ Fraction	Extraction/ Fraction yield (%)	Content (mg/g)			
		Total flavonoid	Total polyphenol	Total sugar	Reducing sugar
Hot-water extract	6.80 ± 0.2	12.81 ± 0.57	28.82 ± 0.33	203.84 ± 6.66	147.63 ± 4.52
Hexane fraction	1.20 ± 0.1	7.26 ± 0.44	0.90 ± 0.05	88.48 ± 3.03	10.62 ± 0.15
Ethylacetate fraction	0.60 ± 0.0	26.99 ± 4.43	45.06 ± 5.64	205.81 ± 3.53	38.99 ± 1.17
Butanol fraction	46.71 ± 1.3	9.41 ± 0.57	20.01 ± 0.13	347.75 ± 14.63	197.77 ± 4.23
Water residue	46.70 ± 1.8	11.73 ± 0.32	21.77 ± 1.25	291.41 ± 6.56	26.90 ± 0.15

Data are presented as the mean ± SD of three determinations. Different letters within a column differ significantly (*p* < 0.05).

Table 3. Effect of the hot-water extract and solvent fractions of *Sphagnum palustre* on blood coagulation.

Samples	Conc. (mg/ml)	Anti-thrombosis activity ¹		
		TT	PT	aPTT
DMSO	-	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.1 ^a
Aspirin	1.5	1.8 ± 0.1 ^b	1.8 ± 0.1 ^d	1.7 ± 0.0 ^d
Hot-water extract	5.0	>15 ^d	1.4 ± 0.1 ^b	1.9 ± 0.0 ^e
Hexane fraction	5.0	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a
Ethylacetate fraction	5.0	1.7 ± 0.0 ^b	1.1 ± 0.1 ^a	1.0 ± 0.0 ^a
Butanol fraction	5.0	1.7 ± 0.1 ^b	1.0 ± 0.0 ^b	1.1 ± 0.0 ^b
Water residue	5.0	>15 ^d	1.6 ± 0.0 ^c	1.9 ± 0.0 ^e
	2.5	>15 ^d	1.3 ± 0.1 ^b	1.6 ± 0.0 ^c
	1.25	2.5 ± 0.1 ^c	1.1 ± 0.1 ^a	1.1 ± 0.0 ^b
	0.6	1.0 ± 0.1 ^a	1.0 ± 0.0 ^a	1.0 ± 0.0 ^a

¹Anti-thrombosis activity: Data are presented as relative clotting time based on solvent control. The thrombin time (TT), prothrombin time (PT) and activated partial thromboplastin time (aPTT) of solvent control (dimethylsulfoximide) were 24.0 sec, 18.6 sec and 40.5 sec, respectively. Different letters within a column differ significantly (*p* < 0.05).

혈소판 응집저해 활성은 미세전극에 혈소판이 부착되어 응집됨에 따라 발생하는 전기 저항값의 변화를 측정하는 impedance 법[17]을 사용하였다 인간 농축 혈소판(platelet rich plasma: PRP)은 적십자로부터 공급받았으며 혈소판 응집은 Whole Blood Aggregometer (Chrono-log, PA, USA)를 사용해 37°C에서 측정하였으며, 10 mM CaCl₂ 50 µl, suspending buffer 147.5 µl, 시료 5 µl가 포함된 반응 cuvette에 혈소판(5 × 10⁸/ml) 50 µl을 넣은 후 3분 동안 37°C로 가온 후 응집유도제로 collagen (1 mg/ml)을 2.5 µl를 넣고 혈소판 응집을 측정하였다. 응집반응은 collagen 첨가 후 12분간 측정하였으며 amplitude, slope, area under를 측정하였으며, amplitude (ohm)는 혈소판에 응집유도제

를 첨가하였을 때 일어나는 최대 응집정도를 나타내며, slope는 응집유도제를 첨가한 직후부터 1분 동안의 응집곡선의 기울기를 나타내며, area under는 전체적인 혈소판 응집 정도를 표시하는 것으로 전기저항 증가에 따른 slope 곡선의 하강면적을 나타낸다[17]. 최종 혈소판 응집저해 활성은 시료 대신 DMSO를 첨가한 대조구와의 상대적인 area under 값의 비를 백분율로 나타내었다[9]. 먼저, 대조구로 사용된 혈소판 응집저해제인 아스피린은 0.25 mg/ml 농도에서 무첨가구에 비해 65.9%, 0.5 mg/ml 농도에서 34.4%의 응집을 나타내어 우수한 혈소판 응집저해효과를 나타내었다(Table 4, Fig. 1). 반면 수태 추출물, hexane 분획물 및 butanol 분획물은 0.25 mg/ml 농도에서 87.7-129.3%의 혈소판 응집을

Table 4. Platelet aggregation activities of the ethanol extract and its solvent fractions of *Sphagnum palustre*.

Chemicals/Samples (mg/ml)	Amplitude (Ω)	Slope (Ω/min)	Lag time (sec)	Area under	PAR ¹ (%)
DMSO	19	2	30	122.7	100.0
Aspirin (0.5)	8	1	57	42.2	34.4
Aspirin (0.25)	16	2	47	80.9	65.9
Hot-water ex ² (0.25)	17	2	20	116.8	95.2
Hexane fr ³ (0.25)	16	2	30	107.6	87.7
Ethylacetate fr (0.25)	27	6	11	246.1	200.5
Butanol fr (0.25)	23	3	24	158.6	129.3
Water residue (0.25)	12	5	14	239.6	195.3

¹PAR: platelet aggregation ratio, ²ex: extract, ³fr: fraction. Data are presented as a representative result relative of independent three determinations. Amplitude is expressed as ohms by maximum extent of platelet aggregation, and slope (rate of reaction) is determined by drawing a tangent through the steepest part of curve. Area under is a calculated area in descent drawing during platelet aggregation.

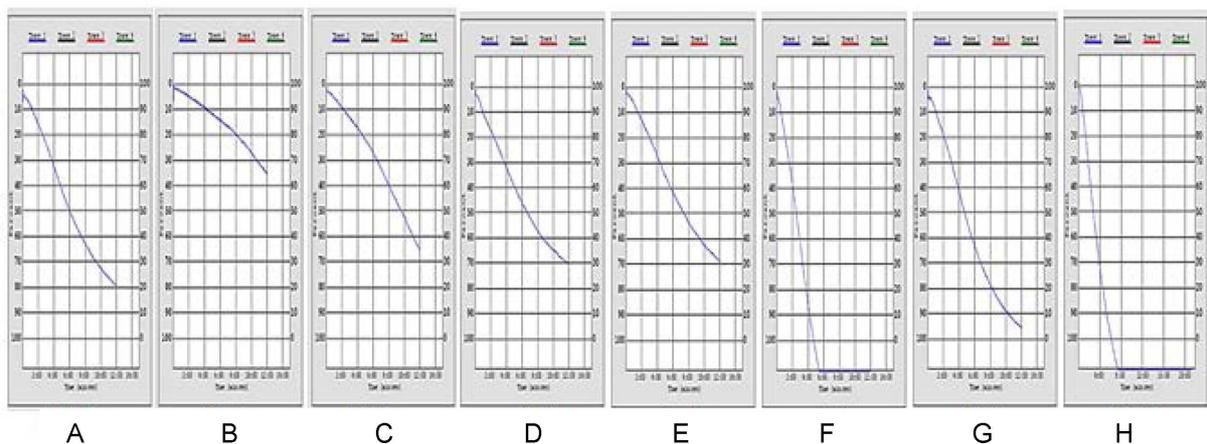


Fig. 1. Diagrams of impedance changes during platelet aggregation after addition of aspirin or the hot water extract and its fractions of *Sphagnum palustre* in whole blood aggregometer. Symbols: (A) DMSO, (B) aspirin (0.5 mg/ml), (C) aspirin (0.25 mg/ml), (D) hot water extract, (E) n-hexane fraction, (F) ethylacetate fraction, (G) butanol fraction, and (H) water residue of *Sphagnum palustre*. Platelet aggregation was induced by addition of 2.5 µl of collagen (1 mg/ml) into cuvette containing 50 µl of washed PRP and measured the impedance change for 12 min.

나타내어 미미한 효과를 나타내었다. 그러나, ethylacetate 분획물과 물 잔류물은 195.3-200.5%의 응집율을 나타내어 혈소판 응집을 저해하지 못하는 것으로 나타났다(Table 4, Fig. 1). 따라서 수태 열수 추출물의 물 잔류물은 혈액응고효소 및 혈액응고인자 저해를 통한 혈액응고 저해활성을 나타내면서, 지혈 및 혈전생성에 관련되는 혈소판 응집 촉진활성을 동시에 가지고 있음을 알 수 있었다. 따라서, 향후 수태를 항혈전제로 사용하기 위해서는 수태의 활성 분획물을 대상으로 혈액응고 저해제의 분리, 혈소판 응집촉진제의 분리 연구가 필요하며, 각각의 관련 기작 규명이 필요하다고 판단된다. 본 연구결과는 수태의 항혈전 활성에 대한 최초의 보고이며, 저렴한 가격의 수태가 항혈전제 개발의 신규 생물자원으로 이용 가능성을 제시하고 있다.

요 약

수태(*Sphagnum palustre*)는 물이끼과(*Sphagnaceae*)의 연한 녹색 선대식물로 분재, 기저귀, 수술용 붕대, 토양 첨가제 등으로 이용된다. 지구상의 거의 모든 곳에서 생육하며 매우 저렴하게 생산되지만, 이의 성분 및 생리활성에 대한 연구는 미미한 실정이다. 본 연구에서는 수태의 열수 추출물과 이의 순차적 유기용매 분획물을 조제한 후 혈액응고 저해활성과 혈소판 응집저해를 평가한 결과, 열수 추출물의 물 잔류물에서 강력한 혈액응고 저해활성과 혈소판 응집 촉진활성을 동시에 확인하였다. 본 연구결과는 수태가 항혈전제로 개발 가능성을 제시하며, 이는 수태의 항혈전 활성에 대한 최초의 보고이다.

References

- Ahn SM, Ryu HY, Kang DK, Jung IC, Sohn HY. 2009. Antimicrobial and antioxidant activity of the fruit of *Prunus avium* L. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* **36**: 195-200.
- Baas M, Pancost R, van Geel B. 2000. A comparative study of lipids in Sphagnum species. *Organic Geochemistry* **31**: 535-541.
- Chen H, Qi X, He C, Yin Z, Fan D, Han G. 2013. Coagulation imbalance may not contribute to the development of portal vein thrombosis in patients with cirrhosis. *Thrombosis Res.* **131**: 173-177.
- Fukuta E, Sasaki A, Nakatsubo T. 2012. Microclimate and production of peat moss *Sphagnum palustre* L. in the warm-temperate zone. *Plant Species Biol.* **27**: 110-118.
- Hong MG, Kim JG. 2013. Inhabitation characteristics of *Sphagnum palustre* in abandoned paddy terrace wetland: a case report in Ansan. *J. Korean Wetlands Soc.* **15**: 71-78.
- Huang X, Xue J, Zhang J, Qin Y, Meyers PA, Wang H. 2012. Effect of different wetness conditions on Sphagnum lipid composition in the Erxianyan peatland, central China. *Organic Geochemistry* **44**: 1-7.
- Karlin EF, Hotchkiss SC, Boles SB, Stenøien HK, Hassel K, Flatberg K, et al. 2012. High genetic diversity in a remote island population system: *sans sex*. *New Phytologist* **193**: 1088-1097.
- Kim JI, Jang HS, Kim JS, Sohn HY. 2009. Evaluation of antimicrobial, antithrombin, and antioxidant activity of *Dioscorea batatas* Decne. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* **37**: 133-139.
- Kim MS, Sohn HY. 2014. Anti-thrombosis activity of the aerial parts of *Aruncus dioicus* var *kamtschaticus*. *J. Life Sci.* **24**: 515-521.
- Limpens J, Raymakers TAG, Baar J, Frank B, Zijlstra JD. 2003. The interaction between epiphytic algae, a parasitic fungus and Sphagnum as affected by N and P. *Oikos* **103**: 59-68.
- Matsutani H, Setogawa K, Wakamiya T, Kobayashi Y, Oda Y, Shiba T. 1988. Isolation of (S)-(+)- α -methylserine and γ -L-glutamyl-L-arginine from *Sphagnum palustre*. *Phytochemistry* **27**: 931-932.
- Nam JH, Jeong JC, Yoon YH, Hong SY, Kim SJ, Jin YI, et al. 2011. Phytochemical constituents and anticancer activity of *Sphagnum palustre* extract. *Korean J. Plant Res.* **24**: 40-47.
- Paik WK. 2010. Vegetation of wetland in Mueido (Incheon-city). *Korean J. Plant Res.* **23**: 197-205.
- Park JH, Kim JG. 2012. Ecological characteristics of sphagnum Fens in Mt. Odae : 2. Conservation area of Jilmoe-neup. *J. Korean Wetlands Soc.* **14**: 101-120.
- Ryu HY, Ahn SM, Kim JS, Sohn HY. 2010. Evaluation of in-vitro anticoagulation activity of 33 different medicinal herbs. *J. Life Sci.* **20**: 922-928.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* **299**: 152-178.
- Sweeney JD, Hoerning LA, Behrens AN, Novak E, Swank RT. 1990. Thrombocytopenia after desmopressin but absence of in-vitro hypersensitivity to ristocetin. *Am. J. Clin. Path.* **93**: 522-525.
- Valentina U, Fabrice J, Stampar F. 2007. Sugars, organic acids, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Food Chem.* **107**: 185-192.