

## Evaluation of Antithrombosis and Antioxidant Activities of the Ethanol Extract of Different Parts of *Hibiscus cannabinus* L. cv. 'Jangdae'

Deok-Gyeong Kang<sup>1</sup>, Yun-Jin Lee<sup>1</sup>, Young-Min Kim<sup>2</sup> and Ho-Yong Sohn<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition, Andong National University, Andong 36729, Korea

<sup>2</sup>Hemp & R Bio, Andong 36618, Korea

Received December 30, 2021 / Revised January 8, 2022 / Accepted January 11, 2022

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.), one of the four major fiber crops, is attracting attention for its efficient CO<sub>2</sub>-absorbing ability and versatility for producing daily supplies, including textiles. In Korea, a new cultivar 'Jangdae' was established in 2013. The ease of cultivation and seed gathering of 'Jangdae' has led to its nationwide cultivation. However, evaluation of the bioactivities of the different parts of kenaf, and especially the 'Jangdae' cultivar, remains rudimentary. In this study, the antithrombosis and antioxidant activities of extracts prepared from different parts of the 'Jangdae' cultivar were evaluated by determining their effects on blood clot formation. Extracts prepared from seeds (HC-SD), seedpods (HC-SP), leaves (HC-L), stems (HC-S), and roots (HC-R) of the 'Jangdae' cultivar strongly inhibited blood clot formation. In particular, the HC-SD, HC-SP, and HC-S extracts showed strong inhibition against the coagulation factors prothrombin, and thrombin. The HC-SP extract showed strong antioxidant activities, such as scavenging ability against DPPH anion, ABTS cation, nitrite, and reducing power. Since blood clot formation is closely related to oxidative stress, the HC-SP extract could be developed as a novel anticoagulation and antioxidant resource. This is the first report of the antithrombosis activities of different parts of *H. cannabinus* L. cv. 'Jangdae'.

**Key words** : Anti-oxidant, anti-thrombosis, *Hibiscus cannabinus* L., 'Jangdae' cultivar

### 서 론

케나프(*Hibiscus cannabinus* L.)는 서부 아프리카가 원산지인 무궁화과(Malvaceae)의 1년생 초본 식물로서 척박한 건조 토양이나 습한 습지에서도 잘 자라며, 우수한 내염성, 내건성, 중금속 내성을 나타내어 아시아와 아프리카의 열대 및 아열대 지역에 광범위하게 재배되면서 토양 정화용 식물로 잘 알려져 있다[1]. 또한, 빠른 생육과 함께 섬유로 이용 가능한 케나프 줄기의 특성으로 인해 아마(*Linum usitatissimum*) 대마(*Cannabis sativa* L.), 황마(*Corchorus capsularis*)와 함께 세계 4대 섬유 작물로 알려져 있다. 최근에는 케나프의 단위면적당 이산화탄소 흡수량이 삼나무의 7배 이상으로 보고[1]되면서 탄소 저감용 식물로도 관심을 받고 있다. 섬유를 생산한 이후 케나프의 잎과 줄기 분쇄물은 가축 사료로, 잎과 종자 오일은 해열, 진통, 항균 및 최음용의 식품 및 민간 처방으로 사용되어 왔다[14].

현재까지 케나프와 관련된 연구는 주로 재배방법과 줄기껍질을 이용한 섬유 제조에 집중되어 있으며, 일부 종자와 잎에

대한 연구가 알려져 있다. 최근 연구결과, 케나프 잎에는 항산화[10], 항염[3, 7], 항당뇨[11] 및 혈당조절[29], 통각억제 활성[7]이 알려진 kaempferitrin이 다량 함유된 것으로 알려져 있으며, 종자에는 항산화 및 콜레스테롤 저하기능을 나타내는 phytosterol이 보고[5, 25]된 바 있으며, 종자 추출물에서 암세포 사멸활성[32], 항산화 활성[33] 및 고지혈증 억제 활성[15]이 알려져 있다.

한편, 국내에서는 1960년대 가마니 대체 포대 생산을 위한 케나프 재배연구가 진행되었다가, 2000년대 이후부터 케나프를 이용한 다양한 친환경 산업소재, 사료 및 기능성 식의약품 개발 연구가 시작되었다[9, 12, 13, 20]. 그러나 외국산 케나프 품종은 국내 재배가 용이하지 않으며 채종이 어려운 단점이 있어 품종개발이 절실하였다. 오랜 연구 끝에 한국원자력연구원에서 방사선 돌연변이 기술을 사용하여 수확량이 많으면서도 국내 채종이 가능한 '장대' 품종을 개발[14]하였으며, '장대'는 2013년 국립종자원에 품종보호권이 등록(제4560호, 존속기간 2013. 6. 18 ~ 2033. 6. 17)되어 있다. 그러나, 국내에서 가장 일반적으로 재배되고 있는 케나프 '장대'의 경우 재배와 섬유 생산 측면이 아닌 유용 생리활성 평가는 거의 알려져 있지 않은 상태이다. 따라서 본 연구에서는 케나프 장대 품종의 종실, 종자 꼬투리, 잎, 줄기, 뿌리 추출물을 각각 조제하고 이를 대상으로 항혈전 활성 및 항산화 활성을 평가하였으며, 그 결과 항혈전 활성 소재로서 케나프 사용 가능성을 확인하였기에 이에 보고하는 바이다.

#### \*Corresponding author

Tel : +82-54-820-5491, Fax : +82-54-820-6281

E-mail : hysohn@anu.ac.kr

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.

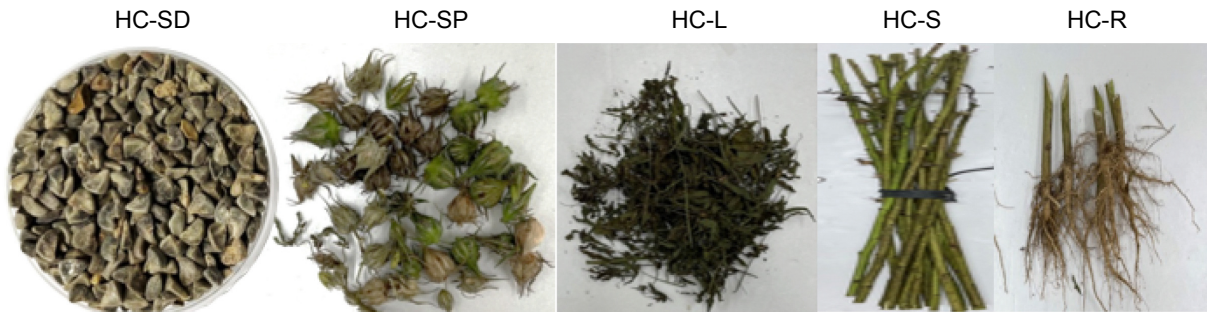


Fig. 1. The representative photography of 5 different parts of *Hibiscus cannabinus* L. (Jangdae) used in this study. Symbols: HC-SD: Seed, HC-SP: Seedpod, HC-L: Leaf, HC-S: Stem, HC-R: Root of *Hibiscus cannabinus* L. (Jangdae)

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 시약

본 실험에 사용된 케나프는 2020년에 전남 순천지역에서 재배된 '장대' 품종으로 10월에 성숙 케나프의 종실(HC-SD), 종자 꼬투리(HC-SP), 잎(HC-L), 줄기(HC-S) 및 뿌리(HC-R)를 각각 회수하여(Fig. 1), 음건, 세절하여 추출에 사용하였다. 확장표본은 안동대학교 식품영양학과에 보관하고 있다. 케나프 시료들은 각각 20배의 95% ethanol (Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd. Korea)을 가한 후 상온에서 2일 동안 침지하여 추출하였으며, 추출액을 filter paper (Whatsman No. 2, GE healthcare UK limited, UK)로 거른 후 감압 농축(Eyela Rotary evaporator N-1110S, Tokyo Rikakikai Co., Ltd. Japan) 후 동결건조하였다[16]. 추출물들은 DMSO에 100 mg/ml 농도로 녹인 후, 항혈전 및 항산화 활성 평가시 최종농도가 0.05~5 mg/ml 되도록 조정하여 첨가하였다. 항혈전 활성평가에 사용한 혈장은 시판 control plasma (MD Pacific Technology Co., Ltd, Huayuan Industrial Area, China)를 사용하였으며, PT reagent와 aPTT reagent는 MD Pacific Hemostasis (MD Pacific Technology Co., Ltd, Huayuan Industrial Area, China)의 분석시약을 사용하여 측정하였다[18]. 기타 시약은 Sigma Co. (St. Louis, MO, USA)의 시약급 이상의 제품을 구입하여 사용하였다.

### 항혈전 활성

부위별 케나프 에탄올 추출물의 항혈전 활성은 혈액응고에 따른 혈전 생성시간의 변화를 각각 thrombin time (TT), prothrombin time (PT) 및 activated partial thromboplastin time (aPTT)을 측정하여 평가하였다[18]. 모든 실험은 3회 반복하여 평균치로 나타내었으며, 각각의 항응고 활성은 시료 첨가시의 응고 시간의 평균치를 무첨가시의 응고시간의 평균치의 비로 나타내었다[24].

### 항산화 활성

부위별 케나프 에탄올 추출물의 항산화 활성은 DPPH (1,1-

diphenyl-2-picryl hydrazyl) 활성 음이온 소거능, ABTS [2,2-azobis(3-ethylbenzothiazoline -6- sulfonate)] 활성 양이온 소거능, nitrite 소거능 및 환원력(reducing power) 측정으로 평가하였다. 활성 평가는 기존의 방법[16]과 동일하게 사용하였으며, 활성 대조구로는 vitamin C (Sigma Co., St. Louis, MO, USA)를, 용매 대조구로는 DMSO를 사용하였다. 각각의 활성 평가는 각각 3회 반복한 실험의 평균과 편차로 표시하였다.

### 추출물의 총 폴리페놀 및 기타 분석

Total polyphenol (TP) 및 Total flavonoid 함량 측정은 기존의 보고된 방법[26]에 따라 측정하였으며, 각각 rutin과 tannic acid를 표준시약으로 사용하였다. 총당 정량은 phenol-sulfuric acid법[22]으로, 환원당 정량의 경우에는 DNS 변법을 이용하였으며, 각각 sucrose와 glucose를 표준물질로 사용하였다 [17, 22].

### 통계분석

모든 분석결과는 3회 반복한 실험의 평균과 편차로 나타내었다. 실험 결과는 SPSS 26.0 버전을 사용하여 mean ± SD로 나타내었으며, 각 군간의 차이는 ANOVA로 분석하였으며, 유의수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 부위별 케나프 에탄올 추출물의 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 총당 및 환원당 분석

국내 재배된 케나프 장대 품종의 부위별 에탄올 추출물을 제조한 후 이의 유용성분을 분석하였으며, 그 결과는 Table 1에 나타내었다. 먼저 추출효율의 경우, 잎에서 가장 높은 7.16%를 나타내었으며, 종실(4.1%) > 줄기(2.23%) > 종자 꼬투리(2.15%) > 뿌리(0.95%) 순으로 나타났다. 총 폴리페놀 함량 분석 결과, 종자 꼬투리에서 가장 높은 55.9 mg/g을 나타내었으며, 잎 줄기, 뿌리 추출물은 40.9~54.0 mg/g의 비교적 높은 함량을 보였다. 그러나 기존 항산화 활성이 보고된 종실 추출물[33]은 14.4 mg/g 함량으로 종자 꼬투리에 비해 25% 수준을

Table 1. Component analysis of the ethanol extracts of 5 different parts of *Hibiscus cannabinus* L. (Jangdae)

Extract	Yield (%)	Contents (mg/g)			
		Total Polyphenol	Total flavonoid	Total sugar	Reducing sugar
HC-SD	4.1	14.4±0.3 <sup>a</sup>	5.3±0.5 <sup>a</sup>	186.5±0.6 <sup>d</sup>	84.7±12.6 <sup>e</sup>
HC-SP	2.15	55.9±0.7 <sup>c</sup>	15.0±1.9 <sup>b</sup>	132.8±0.1 <sup>c</sup>	70.1±2.9 <sup>d</sup>
HC-L	7.06	54.0±0.6 <sup>c</sup>	56.4±0.2 <sup>d</sup>	105.1±3.3 <sup>ab</sup>	40.2±4.4 <sup>c</sup>
HC-S	2.23	43.0±1.0 <sup>b</sup>	24.9±0.8 <sup>c</sup>	114.3±0.7 <sup>b</sup>	14.4±2.9 <sup>a</sup>
HC-R	0.95	40.9±1.5 <sup>b</sup>	15.5±0.4 <sup>ab</sup>	110.7±0.9 <sup>a</sup>	24.7±2.9 <sup>ba</sup>

Symbols: HC-SD: Seed, HC-SP: Seedpod, HC-L: Leaf, HC-ST: Stem, HC-R: Root of *Hibiscus cannabinus* L. (Jangdae). Different superscripts within a column differ significantly ( $p < 0.05$ ).

보였다. 총 플라보노이드 함량 측정 결과, 잎(56.4 mg/g) > 줄기(24.9 mg/g) > 뿌리(15.5 mg/g) > 종자 꼬투리(15.0 mg/g) > 종실(5.3 mg/g) 순으로 나타났다. 총당 함량 및 환원당 함량의 경우 종실에서 가장 높았으며 종자 꼬투리 추출물에서도 잎, 줄기, 뿌리 추출물보다 높은 총당 및 환원당 함량을 보였다. 케나프 줄기 및 뿌리 추출물의 경우 14.4~24.7 mg/g으로 상대적으로 낮은 환원당 함량을 보였다. 따라서, 케나프는 부위별 구성성분의 차이가 확연하며, 잎에서 다른 부위보다 높은 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을, 종자 꼬투리에서 특이적으로 높은 폴리페놀 함량을 나타내어 우수한 생리 활성을 나타내리라 예상되었다[4].

**부위별 케나프 에탄올 추출물의 항혈전 활성**

부위별 케나프 에탄올 추출물의 항혈전 활성을 TT, PT, aPTT를 각각 측정하여 평가하였다. 활성대조구로는 thrombin 및 혈액응고인자 저해를 통해 혈전 생성을 억제하는 aspirin[27, 30]을 사용하였으며, aspirin은 1.5 mg/ml 농도에서 용매 대조구에 비해 TT, PT, aPTT를 각각 1.51, 1.34 및 1.33배 증가시켜 우수한 항응고 활성을 나타내었다. 반면, 부위별 케나프 에탄올 추출물(5 mg/ml)의 TT 측정 결과 모든 부위 추출물에서 1.31~1.59배의 우수한 트롬빈 저해가 나타났으며, 특히 줄기 추출물에서 가장 우수한 1.59배의 TT 연장효과를 확인하였다(Fig. 2A). 프로트롬빈 저해에 의한 항응고 활성 측정 결과 역시 모든 부위 추출물에서 우수한 항응고 활성이 확인되었으며, 특히 종자 꼬투리 추출물에서 가장 강력한 1.72배 PT 연장효과를 보였다(Fig. 2B). 한편, 외상에 의한 상처없이 나타나는 내인성 혈전 생성에 가장 중요한 혈액응고인자 저해 활성을 측정된 결과, 종자 추출물에서 가장 강력한 2.37배 연장된 aPTT를 보였으며, 여타의 부위 추출물은 유의적인 응고인자 저해활성을 나타내지 않았다(Fig. 2C). 이러한 결과는 최근 섬유 식물로 이용되고 있는 대마에서 COVID-19 감염증의 혈전증 치료제 개발 연구[8]가 급증하고 있음을 고려할 때, 케나프 역시 섬유 생산 이후의 부산물로 새로운 생리활성 소재 개발이 가능할 것으로 예상된다.

**부위별 케나프 에탄올 추출물의 항산화 활성**

산화적 스트레스는 혈전 생성에서 중추적 역할을 수행하는

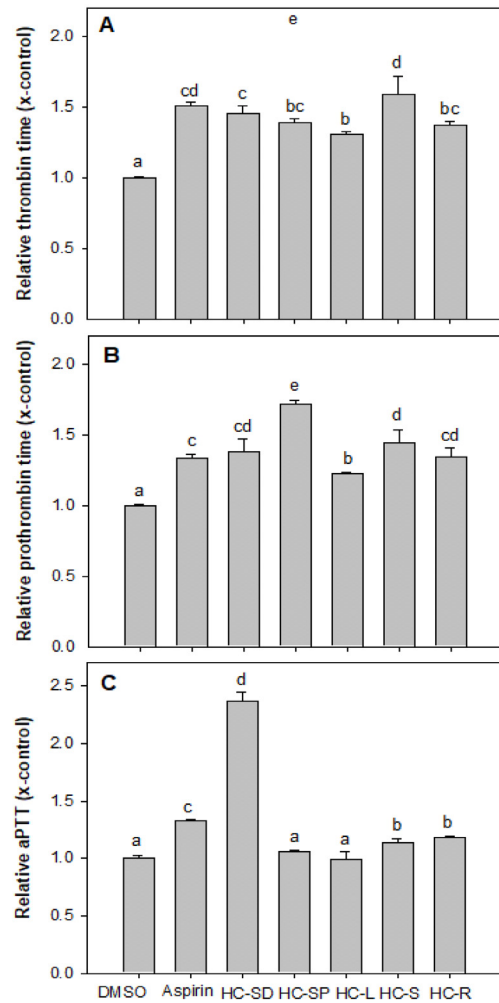


Fig. 2. Effect of the ethanol extracts of 5 different parts of *Hibiscus cannabinus* L. (Jangdae) on (A) thrombin time, (B) prothrombin time and (C) activated partial thromboplastin time. Anti-coagulation activity was calculated on the clotting time of sample divided by the clotting time of solvent control in blood coagulation assay. The thrombin time (TT), prothrombin time (PT) and activated partial thromboplastin time (aPTT) of solvent control (dimethylsulfoximide) were 19.5 sec, 15.6 sec and 51.2 sec, respectively. Data are means ± SD of triplicate determinations. Different superscripts within a panel differ significantly ( $p < 0.05$ ).

Table 2. Antioxidant activities of 5 different parts of *Hibiscus cannabinus* L. (Jangdae)

Extracts/Chemical	Anti-oxidant activity (%)			Reducing power (700 nm)
	DPPH SA	ABTS SA	Nitrite SA	
HC-SD	7.4±0.3 <sup>a</sup>	51.2±3.1 <sup>a</sup>	57.4±2.6 <sup>a</sup>	0.105±0.001 <sup>a</sup>
HC-SP	63.5±2.7 <sup>c</sup>	87.9±0.0 <sup>d</sup>	69.0±0.5 <sup>b</sup>	0.606±0.001 <sup>d</sup>
HC-L	46.2±4.1 <sup>b</sup>	51.0±0.0 <sup>a</sup>	78.1±2.1 <sup>c</sup>	0.411±0.003 <sup>c</sup>
HC-S	47.6±4.4 <sup>b</sup>	58.1±1.4 <sup>b</sup>	71.2±1.6 <sup>b</sup>	0.370±0.005 <sup>b</sup>
HC-R	53.3±1.1 <sup>b</sup>	79.9±1.9 <sup>c</sup>	60.5±1.4 <sup>a</sup>	0.375±0.001 <sup>b</sup>
Vitamin C	92.1±0.4 <sup>d</sup>	96.8±0.5 <sup>e</sup>	89.4±1.5 <sup>d</sup>	1.606±0.049 <sup>e</sup>

Symbols: HC-SD: Seed, HC-SP: Seedpod, HC-L: Leaf, HC-ST: Stem, HC-R: Root of *Hibiscus cannabinus* L. (Jangdae). SA: scavenging activity. The concentrations of extracts used for DPPH, ABTS, and reducing power assay were 500 µg/ml, and nitrite scavenging activity assay was 200 µg/ml, respectively. The concentration of vitamin C used for the assays were 100 µg/ml. Different superscripts within a column differ significantly ( $p<0.05$ ).

fibrinogen의 수식[21]과 섬유화(fibrillization)를 통해 혈전 생성을 촉진[31]하며, 적혈구 용혈을 유도하여 혈전증을 가속화하는 것으로 알려져 있다[23]. 또한 항산화 활성의 카테킨계 물질들은 fibrinogen의 니트로 수식화(nitrative modification)를 억제하여 혈전 생성을 억제함이 보고[2]되어 있다. 따라서 케나프 부위별 에탄올 추출물의 항산화 활성을 평가하였으며, 그 결과는 Table 2 및 Table 3에 나타내었다.

먼저 DPPH 음이온 소거능, ABTS 양이온 소거능 및 환원력 평가 결과, 종자 꼬투리 추출물에서 가장 강력한 소거능과 환원력을 보였으며, 기존 항산화 활성이 보고[33]된 종실의 경우 종자 꼬투리, 줄기, 뿌리보다 상대적으로 미약한 활성을 보였다. DPPH 음이온 소거능의 경우 종자 꼬투리 > 뿌리 > 줄기, 잎 > 종실의 순으로 나타났으며, ABTS 양이온 소거능의 경우 종자 꼬투리 > 뿌리 > 줄기, 잎 종실의 순으로 나타났다. 그러나 nitrite 소거능은 잎 > 종자 꼬투리 줄기 > 뿌리, 종실의 순으로 나타났다(Table 2). 이러한 결과는 기존의 케나프 잎 [10]과 종실 추출물의 항산화 활성 보고[33]와 불일치하는 것은 아니며, 잎, 종실 추출물보다 종자 꼬투리 및 뿌리 추출물이 보다 강력한 항산화 활성을 나타냄을 의미한다.

부위별 케나프 에탄올 추출물을 대상으로 다양한 농도에서 항산화 활성을 평가하였으며, 활성이온의 50% 소거에 필요한

농도(RC<sub>50</sub>)를 계산하였다. 먼저 대조군으로 사용된 vitamin C의 DPPH 음이온, ABTS 양이온 및 nitrite 소거능의 RC<sub>50</sub>값은 9.9, 8.1 및 15.5 µg/ml으로 매우 강력한 항산화 활성을 확인하였으며, 부위별 에탄올 추출물중에서는 종자 꼬투리에서 가장 낮은 RC<sub>50</sub>값을 나타내었다. 종자 꼬투리 추출물의 DPPH 음이온, ABTS 양이온 및 nitrite 소거능의 RC<sub>50</sub>값은 각각 305.2, 55.8 및 81.3 µg/ml으로 여타 부위 추출물과는 확연한 차이를 나타내었다(Table 3). 현재 대량으로 생산되지만 별도 용도없이 폐기되고 있는 케나프 종자 꼬투리의 강력한 항산화 활성 및 프로프롬빈 저해에 의한 항혈전 활성은 보고된 바 없으나, 이상의 결과는 케나프 종자 꼬투리를 이용한 항혈전, 항산화제로의 개발 가능성을 제시하고 있다. 현재 뿌리 및 종자 꼬투리 추출물로부터 활성물질 분리 및 용혈활성 등에 대한 안전성 평가가 진행되고 있다. 본 연구는, 케나프 특히 국내 채종가능한 신품종 장대의 부위별 에탄올 추출물의 항혈전 및 항산화 활성에 대한 최초 보고이며, 향후 국내에서 정책적으로 대량 재배되고 있는 케나프 부산물을 이용한 고부가가치 생물소재 개발이 가능함을 제시하였다.

### 감사의 글

본 연구는 한국연구재단 중점연구소 지원사업(NRF-2018R1A6 A1A03024862)의 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

### The Conflict of Interest Statement

The authors declare that they have no conflicts of interest with the contents of this article.

### References

1. Alexopoulou, E., Papatheohari, Y., Christou, M. and Monti, A. 2013. Keanf: A multi-purpose crop for several industrial

Table 3. Calculated RC<sub>50</sub>s of the 5 different parts of *Hibiscus cannabinus* L. (Jangdae) extracts

Extracts	Anti-oxidant activity (RC <sub>50</sub> : µg/ml)		
	DPPH	ABTS	Nitrite
HC-SD	5,391.3	485.2	328.7
HC-SP	305.2	55.8	81.3
HC-L	541.5	485.3	85.3
HC-S	525.4	378.8	124.4
HC-R	453.7	190.0	99.6
Vitamin C	9.9	8.1	15.5

Symbols: HC-SD: Seed, HC-SP: Seedpod, HC-L: Leaf, HC-ST: Stem, HC-R: Root of *Hibiscus cannabinus* L. (Jangdae).

- applications. Springer-verlag, London. England. pp. 1-15.
2. Bijak, M., Nowak, P., Borowiecka, M., Ponczek, M. B., Zbi-kowska, H. M. and Wachowicz, B. 2012. Protective effects of (-)-epicatechin against nitrative modifications of fibrinogen. *Thromb. Res.* **130**, e123-128. doi: 10.1016/j.thromres. 2012.03.017.
  3. Boller, S., Soldi, C., Marques, M. C., Santos, E. P., Cabrini, D. A., Pizzolatti, M. G., Zampronio, A. R. and Otuki, M. F. 2009. Antiinflammatory effect of crude extract and isolated compounds from *Baccharis illinita* DC in acute skin inflammation. *J. Ethnopharmacol.* **130**, 262-266.
  4. Choi, D. B., Cho, K. A., Na, M. S., Choi, H. S., Kim, Y. O., Lim, D. H., Cho, S. J. and Cho, H. 2008. Effect of bamboo oil on antioxidative activity and nitrite scavenging activity. *J. Ind. Eng. Chem.* **14**, 765-770.
  5. Choi, Y. H., Kong, K. R., Kim, Y. A., Jung, K. O., Kil, J. H. Rhee, S. H. and Park, K. Y. 2003. Induction of Bax and activation of caspases during  $\beta$ -sitosterol-mediated apoptosis in human colon cancer cells. *Int. J. Oncol.* **23**, 1657-1662
  6. Dahlback, B. 2000. Blood coagulation. *Lancet* **355**, 1627-1632.
  7. De Melo, G. O., Malvar Ddo, C., Vanderlinde, F. A., Rocha, F. F., Pires, P. A., Costa, E. A., de Matos, L. G., Kaiser, C. R. and Costa, S. S. 2009. Antinociceptive and anti-inflammatory kaempferol glycosides from *Sedum dendroideum*. *J. Ethnopharmacol.* **12**, 4228-4232.
  8. Gomez-Mesa, J. E., Galindo-Coral, S., Montes, M. C. and Muñoz Martin, A. J. 2021. Thrombosis and coagulopathy in COVID-19. *Curr. Probl. Cardiol.* **46**, 100742.
  9. Han, S. E., Sung, K. I. and Kim, B. Y. 2004. Changes of dry matter yield and nutritive value of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) cultivars on different harvest dates in Chunchon area. *Ann. Anim. Resour. Sci.* **15**, 1-7.
  10. Jin, C. W., Eom, S. H., Park, H. J., Ghimeray, A. K., Yu, C. Y. and Cho, D. H. 2009. Antioxidant activity of *Hibiscus cannabinus* L. leaves in different growth time. *Kor. J. Med. Crop Sci.* **17**, 21-25.
  11. Jorge, A. P., Horst, H., de Sousa, E., Pizzolatti, M. G. and Silva, F. R. 2004. Insulinomimetic effects of kaempferitrin on glycaemia and on 14 C-glucose uptake in rats oleusmuscle. *ChmicoBiol. Interact.* **14**, 989-996.
  12. Kang, C. H., Yoo, Y. J., Choi, K. H., Kim, H. J., Shin, Y. K., Lee, G. J., Ko, D. Y., Song, Y. J. and Kim, C. K. 2014. Analysis of ecotype, growth and development, yield and feed value of Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) genetic resources. *Kor. J. Plant Res.* **27**, 556-566.
  13. Kang, S. Y., Kim, P. G., Kang, Y. K., Kang, B. K., Riu, U. Z. K. and Song, H. S. 2004. Growth, yield and photosynthesis of introduced kenaf cultivars in Korea. *Kor. J. Plant Res.* **17**, 139-146.
  14. Kang, S. Y., Kwon, S. J., Jeong, S. W., Kim, J. B., Kim, S. H. and Ryu, J. 2016. An improved kenaf cultivar 'Jangdae' with seed harvesting in Korea. *Kor. J. Breed Sci.* **48**, 349-354.
  15. Kai, N. S., Nee, T. A., Ling, E. L. C., Ping, T. C., Kamariah, L. and Lin, N. K. 2015. Anti-hypercholesterolemic effect of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) seed on high-fat diet Sprague dawley rats. *Asian Pac. J. Trop Biomed.* **8**, 6-13.
  16. Kim, D. B., Shin, G. H., Lee, Y. J., Lee, J. S., Cho, J. H., Baik, S. O. and Lee, O. H. 2014. Assessment and comparison of the antioxidant activities and nitrite scavenging activity of commonly consumed beverages in Korea. *Food Chem.* **151**, 58-64.
  17. Kim, M. S. and Sohn, H. Y. 2016. Anti-oxidant, anti-coagulation, and anti-platelet aggregation activities of black currant (*Ribes nigrum* L.). *J. Life Sci.* **26**, 1400-1408.
  18. Kim, M. S., Shin, W. C., Kang, D. K. and Sohn, H. Y. 2016. Anti-thrombosis activity of sinapic acid isolated from the lees of bokbunja wine. *J. Microbiol. Biotechnol.* **26**, 61-65.
  19. Kwon, C. S., Sung, H. J. and Sohn, H. Y. 2019. Anti-thrombosis activities of the root extract of *Moringa oleifera* Lam. *Microbiol. Biotechnol. Lett.* **47**, 20-24.
  20. Lee, J. Y., Velusamy, V., Koo, J. Y., Ha, H. K., Kim, D. S., Kim, J. B., Kim, S. H. and Kang, S. Y. 2012. Comparison of growth characteristics and chemical composition of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) varieties as a potential forage crop. *J. Crop Sci.* **57**, 132-136.
  21. Martinez, M., Weisel, J. W. and Ischiropoulos, H. 2013. Functional impact of oxidative posttranslational modifications on fibrinogen and fibrin clots. *Free Radic. Biol. Med.* **65**, 411-418.
  22. Masuko, T., Minami, A., Iwasaki, N., Majima, T., Nishimura, S. and Lee, Y. C. 2005. Carbohydrate analysis by a phenol-sulfuric acid method in microplate format. *Anal. Biochem.* **339**, 69-82.
  23. Matarrese, P., Straface, E., Pietraforte, D., Gambardella, L., Vona, R., Maccaglia, A., Minetti, M. and Malorni, W. 2005. Peroxynitrite induces senescence and apoptosis of red blood cells through the activation of aspartyl and cysteinyl proteases. *FASEB J.* **19**, 416-418.
  24. Pyo, S. J., Kang, D. G., Jung, C. and Sohn, H. Y. 2020. Anti-thrombotic, Anti-oxidant and haemolysis activities of six edible insect species. *Foods* **9**, 401. doi: 10.3390/foods9040401.
  25. Ryu, J., Ha, B. K., Kim, D. S., Kim, J. B., Kim, S. H. and Kang, S. Y. 2013. Assessment of growth and seed oil composition of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) germplasm. *J. Crop Sci. Biotech.* **16**, 297-302.
  26. Singleton, V. L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods Enzymol.* **299**, 152-178.
  27. Szczeklik, A., Musial, J., Undas, A., Swadzba, J., Gora, P. F., Piwowarska, W. and Duplaqa, M. 1996. Inhibition of thrombin generation by aspirin is blunted in hypercholesterolemia. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.* **16**, 948-954.
  28. Taipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. and Byrne, D. H. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J. Food Comp. Anal.* **19**, 669-675.
  29. Vishnu Prasad, C. N., Suma Mohan, S., Banerji, A. and Gopalakrishnapillai, A. 2009. Kaempferitrin inhibits GLUT4 translocation and glucose uptake in 3T3-L1 adipocytes. *Biochem. Biophys. Res. Comm.* **380**, 39-43.

30. Wang, J., Xiong, X. and Feng, B. 2014. Aspirin resistance and promoting blood circulation and removing blood stasis: Current situation and perspectives. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* **2014**, 954863.
31. Wang, L., Li, L., Wang, H. and Liu, J. 2017. Study on the influence of oxidative stress on the fibrillization of fibrinogen. *Sci. Rep.* **7**, 12429.
32. Wong, Y. H., Tan, W. Y., Tan, C. P., Long, K. and Nyam, K. L. 2014. Cytotoxic activity of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) seed extract and oil against human cancer cell lines. *Asian Pac. J. Trop Biomed.* **4**(Suppl 1), S510-15.
33. Yusri, N. M., Chan K. W., Iqbal, S. and Ismail, M. 2012. Phenolic content and antioxidant activity of *Hibiscus cannabinus* L. seed extracts after sequential solvent extraction. *Molecules* **17**, 12612-12621.

---

### 초록 : 케나프 장대 품종의 부위별 에탄올 추출물의 항혈전 및 항산화 활성

강덕경<sup>1</sup> · 이윤진<sup>1</sup> · 김영민<sup>2</sup> · 손호웅<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>안동대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>㈜헴프앤알바이오)

세계 4대 섬유작물중의 하나로 알려진 케나프(*Hibiscus cannabinus* L.)는 탄소 저감용 및 친환경 생활소재용으로 각광받고 있으며, 2013년 국내 채종 가능한 '장대' 품종이 확립되면서 전국적으로 재배되고 있다. 그러나, 케나프의 부위별 생리활성, 특히 '장대'의 부위별 생리활성 평가는 미미한 실정이다. 본 연구에서는 케나프 '장대'의 종실(seed), 종자 꼬투리(seedpod), 잎(leaf), 줄기(stem), 뿌리(root) 에탄올 추출물을 조제하여 이의 항혈전 및 항산화 활성을 평가하였다. 그 결과 종실 추출물에서 강력한 혈액응고인자 저해활성을, 종자 꼬투리 추출물에서 프로트롬빈 저해 활성을, 줄기 추출물에서 트롬빈 저해활성을 확인하였다. 또한 종자 꼬투리 추출물에서는 항혈전 활성과 연관된 DPPH 음이온 소거능, ABTS 양이온 소거능, 환원력 및 nitrite 소거능이 여타의 부위 추출물보다 유의적으로 강력한 활성을 나타냄을 확인하였다. 본 연구결과는 국내 케나프 친환경 섬유산업의 부산물로 얻어지는 종자 꼬투리, 뿌리 및 줄기를 이용한 고부가가치 생물소재 개발이 가능함을 제시하고 있다.