

Preparation and Characterization of Phytochemical-Rich Extract from *Sasa quelpaertensis* Leaf

Ju Yeop Lee¹, Hee Chul Ko¹, Mi Gyeong Jang² and Se Jae Kim^{1,2*}

¹Jeju Sasa Industry Development Agency, Jeju National University, 102 Jejudaehakno, Jeju-si Special Self-Governing Province 63243, Korea

²Department of Biology, Jeju National University, 102 Jejudaehakno, Jeju-si Special Self-Governing Province 63243, Korea

Received September 29, 2016 / Revised November 7, 2016 / Accepted November 15, 2016

Sasa species leaves have been used in traditional medicine for their anti-inflammatory, antipyretic, and diuretic properties. *Sasa quelpaertensis* Nakai is a small bamboo grass that grows only on Mt. Halla on Jeju Island, Republic of Korea. This small bamboo grass has recently been the focus of much attention due to its potential biomass as well as its beneficial health effects. In this study, to promote the efficient utilization of the *S. quelpaertensis* leaf, we established a simple preparation method for phytochemical-rich extract (PRE) by comparing phytochemical contents and biological activities according to extraction methods. High performance liquid chromatography (HPLC) analysis revealed that the contents of two major phytochemicals such as, triclin (5.35 mg/g) and *p*-coumaric acid (44.10 mg/g) contained in PRE were higher than those in fresh hot water extract (SQH, *p*-coumaric 23.39 mg/g, triclin 0.18 mg/g) and ethanol extract (SQE, *p*-coumaric 10.8 mg/g, triclin 0.38 mg/g). The antioxidant activities [1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) radical scavenging activity, nitric oxide (NO) scavenging activity, and xanthine oxidase inhibitory activity] of PRE were higher than those of SQH and SQE. PRE effectively inhibited NO production in LPS-stimulated RAW 264.7 cells, and the growth of human promyelocytic leukemia (HL-60) cells. These results suggest that PRE has a potential as a promising antioxidant and anti-inflammatory agent.

Key words : Anti-inflammatory, antioxidant, extract, phytochemicals, *Sasa quelpaertensis*

서 론

벼과(Gramineae)에 속하는 조릿대 속(*Sasa*)은 작은 대나무(dwarf bamboo)라고 불리는 다년생 식물로 한국, 중국, 일본, 러시아 등 아시아 국가에 여러 종들이 분포하고 있다[17]. 조릿대 속 식물의 잎은 예로부터 향염, 해열, 이뇨 효능이 있어 민간약재로 이용되어 왔으며[2], *in-vitro* 및 *in-vivo*에서 항산화, 항염 및 항암활성 등 다양한 건강증진 효과들이 보고된 바 있다[20, 22, 26].

제주조릿대(*Sasa quelpaertensis* Nakai)는 제주도 한라산 일대에서만 서식하는 특산식물로 왕성한 생육특성으로 서식지가 확대되고 있으며, 서식지의 생물종 다양성을 훼손하는 식물로 알려져 있다[8]. 예로부터 어린 제주조릿대 잎은 건강 차소재로 이용되어 왔고, 최근 들어서는 바이오 메스가 풍부하기 때문에 제주조릿대 잎을 유용 생물자원으로 활용하기 위한

연구들이 활발히 진행되고 있다. 제주조릿대 잎 추출물은 *in-vitro* 및 *in-vivo* 연구에서 항염, 항균, 항암, 항산화, 항당뇨, 항비만 등의 건강증진 효과들이 보고된 바 있다[4, 5, 7, 9-11, 14, 27]. 이러한 연구가 진행됨에 따라 기능성 소재로서의 제주조릿대 추출물의 산업적 활용이 증대되고 있어 제주조릿대 잎 가공 부산물을 최소화하는 연구가 필요하다.

본 연구에서는 제주조릿대 잎의 추출방법에 따른 식물화합물의 함량과 생리활성을 비교함으로써 식물화합물 다량 함유 추출물(phytochemical-rich extract, PRE)를 제조하여 그 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

추출물 제조

제주조릿대는 2015년 9월 제주도 한라산에서 채집하였다. 잎 부위를 세척하고 60°C에서 24시간 건조한 후 분쇄하여 추출 시료로 사용하였다. 열수추출물(SQH)은 시료 3 kg에 증류수 40 l를 가한 후 90°C에서 4시간에 동안 추출하였고, 알코올추출물(SQE)은 시료 100 g에 70% 에탄올 1 l를 가하고 24시간 동안 추출하였다. 그리고 열수추출 후 여과하여 남겨진 잔사는 다시 60°C에서 48시간 동안 건조한 후, 건조된 잔사 2 kg을 알코올추출물과 동일한 조건으로 추출하였다(PRE). 각 추출

*Corresponding author

Tel : +82-64-754-3529, Fax : +82-64-751-4406

E-mail : sjkim@jejunu.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.

물은 여과한 후 농축하여 동결건조기를 사용하여 건조하였다.

총 폴리페놀 함량 분석

총 폴리페놀 함량 분석은 시료에 10% Folin 시약과 2M Na_2CO_3 시약을 첨가하여 1시간 동안 반응을 시킨 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 페놀 함량은 tannic acid를 표준물질로 하여 표준곡선을 작성한 후 표준곡선에 대한 식을 이용하여 계산하였다[19].

HPLC 분석

각 추출물의 식물화합물에 대한 함량 비교는 제주조릿대 추출물의 주성분으로 알려진 *p*-coumaric acid와 triciclin을 지표물질로 선택하여 HPLC system (Waters Corp., Milford, MA)으로 분석하였다[7]. HPLC system은 dual pump와 autosampler, column oven 그리고 PDA 검출기로 구성되어 있으며 330 nm (UV spectrum, 210-600 nm)에서 두 성분을 모니터링 하였다. 컬럼은 SunfireTM C₁₈ column (250×4.6 mm, ID; 5 mm)을 사용하였고 이동상은 acetonitrile (A)과 1% acetic acid (B)을 사용하여 0.8 ml/min 유속으로 흘려주었다. 이동상 조건은 기울기용리법을 사용하여 15% A를 40.0분 동안 42.5% A로 용리시키고 40.1분에 100%로 용리하여 45분 동안 흘려준 후 다시 초기조건으로 45.1분부터 55분까지 용리시켰다. 이때 컬럼에서 분리가 일어나는 동안 오븐 온도는 40℃를 유지시켰다. 시료는 100 mg/ml의 농도로 DMSO/MeOH (v/v, 1/1)로 용해하여 0.45 mm syringe filter로 여과한 후 autosampler를 이용하여 10 ml 3회씩 주입하였다. 지표물질의 표준용액은 25, 50, 250, 500 mg/ml의 농도로 시료와 동일한 용매조건 하에 희석하여 제조하였고 추출물 내 각 성분의 함량은 머무름 시간과 표준물질의 흡광도를 비교하여 계산하였다.

항산화 활성 분석

DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 소거활성은 시료를 96 well plate에 100 μl 씩 분주하고 0.4 mM DPPH 용액을 동량 첨가 하여 실온에서 10분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) 소거활성은 7 mM ABTS와 2.45 mM ammonium persulphate를 동량 혼합하여 100 μl 씩 시료에 첨가한 후 실온에서 10분간 방치한 후 735 nm에서 흡광도를 측정하여 산출하였다. Xanthine oxidase 억제 활성은 시료와 0.5 mM xanthine와 1 mM EDTA를 함유한 200 mM sodium phosphate buffer (pH7.5) 100 μl 에 30 mU/ml xanthine oxidase를 첨가하여 uric acid 생성을 유도하였고 290 nm에서 흡광도를 측정하여 산출하였다. NO 소거 활성은 10 mM sodium nitroprusside (SNP) 용액 100 μl 에 시료를 첨가하고 실온에서 30분 동안 반응시켰다. 반응이 끝난 후 반응액과 동일한 양의 Griess

시약을 첨가하였다. 실온에서 10분 동안 반응시킨 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였다[21].

세포 내 Nitric oxide (NO) 생성 억제 활성 및 세포독성

RAW 264.7 세포는 한국 세포주은행(Seoul, Korea)에서 분양 받아 사용하였다. RAW 264.7 세포를 96 well plate에 최종 농도가 3×10^4 cells/ml가 되도록 분주한 뒤 24시간 배양한 후 시료를 처리한 다음, 1시간 후 LPS (200 ng/ml)를 처리하여 18시간 배양하였다. NO 생성억제 활성은 세포배양액 100 μl 와 Griess 시약(1% sulfanilamide and 0.1% naphthylethylenediamine dihydrochloride in 5% phosphoric acid) 100 μl 를 혼합하여 실온에서 10분 동안 반응시킨 후 540 nm에서 흡광도를 측정하여 산출하였다. 세포독성은 MTT (3-(4, 5-dimethylthiazol-2-yl)-2, 5-diphenyl tetrazolium bromide) 방법으로 측정하였다[4].

HL-60 세포증식 억제 활성

HL-60 세포는 한국세포주은행(Seoul, Korea)에서 분양 받아 사용하였다. HL-60 세포(2.5×10^5 cells/ml)를 96 well plate 각 well에 분주하여 24시간 동안 배양한 후 시료를 처리하여 3일간 배양하였다. 그리고 MTT 100 μl 를 첨가하고 4시간 동안 더 반응시킨 후, 원심분리로 배지를 제거한 다음, dimethylsulfoxide (DMSO) 150 μl 를 가하여 MTT의 환원에 의해 생성된 formazan 침전물을 용해시킨 후 540 nm에서 흡광도를 측정하였다[1].

통계분석

모든 실험결과는 평균±표준편차로 나타내었으며, 통계적 유의성에 대한 검증은 SPSS program의 분산분석(one-way ANOVA)을 행한 후 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

추출물의 식물화합물 함량

각 추출물의 총폴리페놀 함량을 측정하여 Table 1에 나타내었다. 그 결과 PRE는 128.1 ± 3.4 $\mu\text{g}/\text{mg}$ 으로 다른 조릿대 추출물인 SQH (113.6 ± 0.9 $\mu\text{g}/\text{mg}$)와 SQE (106.9 ± 0.4 $\mu\text{g}/\text{mg}$)에 비하여 가장 높은 폴리페놀 함량을 나타내는 것으로 확인되었다. 각 추출물의 추출효율은 PRE, SQE, SQH가 각각 8.2, 10.3, 11.9%로 SQH가 다른 두 추출물에 비해 가장 높은 추출효율을 나타내었다.

조릿대 속 식물에서 분리된 식물화합물들은 flavonoid 류, lignan 류, terpene 류, phenylpropanoid 류, alkene 류, organic acid 류 등이 보고되었다[6, 12, 16, 18, 24, 25]. 본 연구에서는 제주조릿대에서 보고된 *p*-coumaric acid와 triciclin을 지표물질

Table 1. Antioxidant Activities of the extracts prepared from *Sasa queplaertensis* leaf

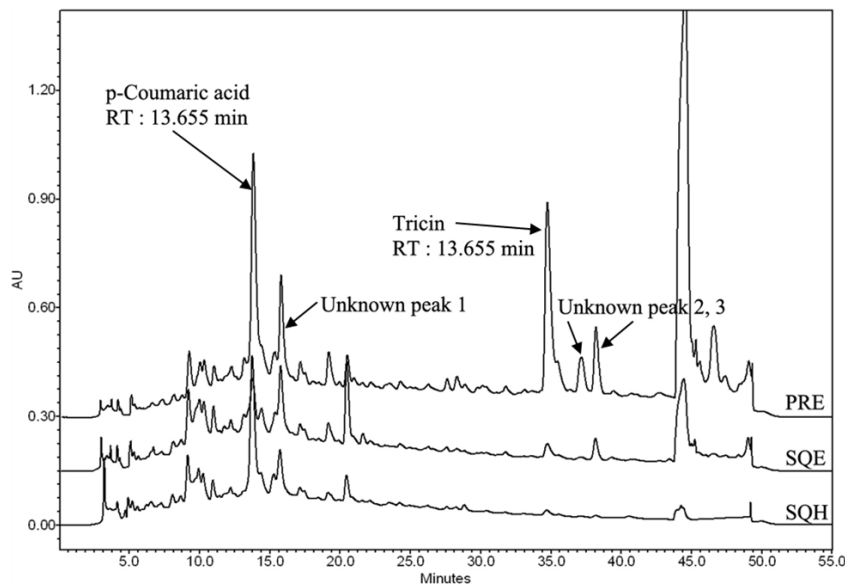
Sample	Total polyphenol content (µg/mg)	IC ₅₀ (µg/ml)			
		DPPH radical scavenging activity	Nitric oxide scavenging activity	ABTS radical scavenging activity	Xanthine oxidase inhibitor activity
SQH	113.6±0.9 ^b	241.6±14.1 ^a	>1,000	70.8±6.4 ^a	749.8±22.6 ^c
SQE	106.9±0.4 ^c	343.0±12.7 ^b	574.1±31.8 ^b	102.4±23.4 ^b	507.3±25.6 ^b
PRE	128.1±3.4 ^a	232.8±6.3 ^a	380.1±20.5 ^a	55.8±12.2 ^a	140.6±3.7 ^a
BHA	N/A	7.8±0.3	N/A	3.0±1.0	N/A
Quercetin	N/A	N/A	296.3±47.9	N/A	N/A
Allopurinol	N/A	N/A	N/A	N/A	18.9±1.7

Each value is the average ± S.D. of triplicate determinations. IC₅₀ values were calculated from regression lines using five different concentrations in triplicate experiments. SQH, hot water extract; SQE, 70% ethanol extract; PRE, phytochemical-rich extract; BHA, butylated hydroxy Anisole. N/A, not assayed. Values in the same column with different letters are significantly different at $p < 0.05$.

로 선택하여 각 추출물로부터 조릿대 내 주요 식물화합물 성분을 비교하기 위해 HPLC 분석을 수행하였다. 두 화합물의 표준용액에 대한 검량선을 확인하였고 이에 따른 상관계수 (R^2)는 모두 0.999 이상을 나타내었다. 이 검량선들을 기준으로 하여 두 성분의 함량을 계산한 결과 SQH, SQE 그리고 PRE 내 *p*-coumaric acid는 각각 23.39, 10.84 그리고 44.10 mg/g을 함유하고 있는 것으로 확인되었다. 이에 대한 상대표준편차는 1.30, 0.65 그리고 5.70%의 값을 나타내었다. 그리고 triclin 성분은 각각 0.18, 0.38 그리고 5.35 mg/g 함량을 보였으며 이에 대한 상대표준편차 값은 각각 0.91, 0.94 그리고 0.16%를 나타

내었다. 이 결과로 볼 때 제주조릿대는 열수나 알코올 용매로 추출하는 경우보다 열수 추출 후 남은 잔사를 알코올로 재추출하는 경우에 보다 많은 식물화합물이 함유될 수 있는 것으로 확인되었다. 또한, PRE 추출물 내 두 성분을 제외한 미확인된 3개의 식물화합물 성분도 다른 추출물보다 높은 함량을 갖고 있는 것으로 나타났다(Fig. 1).

Leenders 등[13]에 의하면 *p*-coumaric acid는 물용매에 녹는 특성을 지니고 있다. 이처럼 *p*-coumaric acid는 물과 ethanol에 모두 용해되는 성분임에도 불구하고 세 가지 추출방법 중 PRE에서 가장 높게 추출되었다. 이와 같은 결과는 조릿대



Phytochemical contents(mg/g)	SQH		SQE		PRE	
	Contents	%RSD	Contents	%RSD	Contents	%RSD
<i>p</i> -Coumaric acid	23.39	1.30	10.84	0.65	44.10	5.70
Tricin	0.18	0.91	0.38	0.94	5.35	0.16

Fig. 1. Comparison of phytochemical contents of the extracts prepared from the *Sasa queplaertensis* leaf. SQH, hot water extract; SQE, 70% ethanol extract; PRE, phytochemical-rich extract. RT, retention time; %RSD, relative standard deviation.

시료로 열수추출을 하더라도 조릿대 잔사 시료에 여전히 많은 양의 *p*-coumaric acid가 잔존해 있다는 것을 의미한다. Tricin은 flavonoid류의 일종으로 알려져 있고 이와 같은 flavonoid류에 대한 보편적인 추출방법은 알코올이나 고온, 고압의 열수추출로 이뤄지고 있다[23]. 하지만, 제주조릿대에 함유되어 있는 tricin인 경우는 비교적 낮은 함량이 분포되어 있기 때문에 PRE는 SQH나 SQE 추출방법과 비교할 때 잔사물의 알코올 추출방법은 제주조릿대 잎으로부터 tricin을 추출하기 위한 매우 효과적인 추출방법임을 보여준다.

추출물의 생리 활성

최근 심혈관계, 노화 및 동맥경화 등에 활성산소(ROS)가 관여한다는 사실이 밝혀지면서 식품의 섭취를 통하여 활성산소를 억제하는 항산화 물질에 대한 효과가 크게 주목 받고 있다. 활성산소는 몸 속에서 단백질, 지질, 핵산, 세포 등을 공격하여 산화적 스트레스를 주므로 각종 심혈관 질환, 암 및 노화를 촉진시킨다[15]. 따라서 최근에는 ROS를 제거하는 능력인 항산화 능력을 가진 천연 소재에 대한 연구가 활발히 이뤄지고 있다. 제주조릿대 잎의 추출방법에 따른 추출물의 항산화 활성(DPPH, ABTS, Nitric oxide 소거 활성과 Xanthine oxidase 억제 활성)을 IC₅₀값으로 비교하였으며 Table 1과 같다. PRE에서 DPPH 소거활성(IC₅₀ = 232.8±6.3 µg/ml), ABTS 소거활성(IC₅₀ = 55.8±12.2 µg/ml), NO 소거활성(IC₅₀ = 380.1±20.5 µg/ml) 과 xanthine oxidase 억제 활성(IC₅₀ = 140.6 ± 3.7 µg/ml) 모두 SQH와 SQE에서 보다 IC₅₀값이 낮게 검출되었다. 이는 총 폴리페놀과 식물화합물을 더 많은 양으로 함유하고 있는 PRE에 항산화 물질들이 SQH, SQE 보다 다량으로 함유하고 있는 것으로 사료된다.

대식세포(Macrophage cells)는 외부에서 침입한 세균들의 세포구성 성분이나 면역세포에서 분비된 cytokines에 의해 활성화되어 tumor necrosis factor-α (TNF-α), nitric oxide (NO), prostaglandin E2 (PGE2) 등과 같은 물질의 분비를 조절한다. NO는 활성 산소 중의 하나로, 정상적으로는 세포 내에서 세포 신호 전달을 통한 항상성 기능 조절에 관여하나, 체내 염증과정에서는 nitric oxide synthase (iNOS)에 의해 과량의 NO가 생성되어 주변조직의 손상을 유도하고, 만성염증을 유발한다고 알려져 있다[3]. 따라서 LPS로 자극된 RAW 264.7 세포에서 각 추출물의 NO 생성 억제활성을 분석하였다. 그 결과 세포독성이 나타나지 않는 농도에서 PRE (IC₅₀ = 59.1±7.4 µg/ml)가 NO 생성 억제 활성이 가장 우수하였다(Table 2).

각 추출물의 항암활성을 비교하기 위하여 혈액암 세포인 HL-60세포의 세포증식 억제활성을 MTT를 사용하여 MTT 환원에 의해 생성되는 formazan의 흡광도를 측정하여 확인하였다. 그 결과, 각 추출물 중 SQE, PRE 처리군에서 농도 의존적으로 세포증식 억제효과를 보였으며, 특히 PRE에서는 가장 높은 세포증식 억제효과(IC₅₀ = 124.9 µg/ml)를 확인 할 수

Table 2. The inhibitory effect of the extracts prepared from *Sasa quelpluertensis* leaf on NO production in LPS-stimulated RAW 264.7 cells and their cytotoxicities

Sample	Nitric Oxide assay IC ₅₀ (µg/ml)	MTT assay TC ₅₀ (µg/ml)
SQH	417.5±54.1 ^b	>1,000
SQE	80.3±6.3 ^a	207.0±11.1
PRE ^{a)}	59.1±7.4 ^a	304.5±18.8

IC₅₀ and TC₅₀ values were calculated from regression lines using five different concentrations in triplicate experiments. SQH, hot water extract; SQE, 70% ethanol extract; PRE, phytochemical-rich extract. Values in the same column with different letters are significantly different at *p*<0.05.

Table 3. The inhibitory effect of the extracts prepared from *Sasa quelpluertensis* leaf on the growth of HL-60

Concentration (µg/ml)	Growth inhibition (%)		
	SQH	SQE	PRE
25	6.85±5.321	7.18±5.572	13.67±1.596
50	8.95±2.210	18.89±1.422	21.58±6.053
100	9.13±4.801	29.54±2.106	37.77±3.680
200	14.55±3.346	41.28±4.051	93.75±1.053

Each value is the average ± S.D. of triplicate determinations. SQH, hot water extract; SQE, 70% ethanol extract; PRE, phytochemical-rich extract.

있었다(Table 3). PRE를 처리한 경우 200 µg/ml에서 HL-60 세포의 증식을 94%까지 억제하였다. PRE에서 HL-60 세포증식 억제효과가 우수한 이유는 SQE에 비해 PRE가 총 폴리페놀 함량(Table 1) 뿐만 아니라 유용한 식물화합물 함량(Fig. 1)이 높기 때문인 것으로 사료된다.

본 연구에서는 제주도 한라산 일대에 분포하고 있는 제주조릿대 잎 추출물의 산업적 활용 효율을 높이기 위해 추출방법에 따른 제주조릿대 추출물의 주요성분과 그 생리활성을 비교함으로써 식물화합물 다량 함유 추출물(PRE)의 제조법을 확립하였다. PRE는 식물화합물을 다량 함유하고 있는 유효 추출물로 항산화 및 항염소재로서 활용가치가 높다고 사료된다.

감사의 글

본 논문은 한국연구재단의 기초연구사업(NRF-2013R1A1A2A10004415)의 지원을 받아 연구되었음.

References

1. Baguley, B. C. and Nash, R. 1981. Antitumor activity of substituted 9-anillinoacridines comparison of in vivo and in vitro testing system. *Eur. J. Cancer* 17, 671-679.
2. Bae, K. 2000. The Medicinal Plants of Korea, pp. 567, Kyo-

- Hak Publishing Co. Ltd., Seoul, Korea.
3. Coleman, J. W. 2001. Nitric oxide in immunity and inflammation. *Int. Immunopharmacol.* **1**, 1397-1406.
 4. Hwang, J. H., Choi, S. Y., Ko, H. C., Jang, M. J., Jin, Y. J., Kang, S. I., Park, J. G., Chung, W. S. and Kim, S. J. 2007. Anti-inflammatory effect of the hot water extract from *Sasa quelpaertensis* leaves. *Food Sci. Biotechnol.* **16**, 728-733.
 5. Jang, M. G., Park, S. Y., Lee, S. R., Choi, S. Y., Hwang, J. H., Ko, H. C., Park, J. G., Chung, W. S. and Kim, S. J. 2008. *Sasa quelpaertensis* leaf extracts induce apoptosis in human leukemia HL-60 cells. *Food Sci. Biotechnol.* **17**, 188-190.
 6. Jeong, Y. H., Nam, J. W., Lee, N. Y., Seo, E. K. and Kwon, Y. 2005. Isolation and structural identification of minor constituents from *Sasa borealis*. *Nat. Prod. Sci.* **11**, 170-173.
 7. Kang, S. I., Shin, H. S., Kim, H. M., Hong, Y. S., Yoon, S. A., Kang, S. W., Kim, J. H., Ko, H. C. and Kim, S. J. 2012. Anti-obesity properties of a *Sasa quelpaertensis* extract in high-fat diet-induced obese mice. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* **76**, 755-761.
 8. Kim, H. C. 2009. Ecological characteristics and management methods of *Sasa quelpaertensis* Nakai. Ph.D. dissertation, Jeju National University, Jeju, Korea.
 9. Kim, K. M., Kim, Y. S., Lim, S. J., Ko, H. C., Kim, S. J. and Kim, Y. 2015. Intestinal anti-inflammatory activity of *Sasa quelpaertensis* leaf extract by suppressing lipopolysaccharide-stimulated inflammatory mediators in interstitial epithelial Caco-2 cells co-cultured with RAW 264.7 macrophage cells. *Nutr. Res. Pract.* **9**, 3-10.
 10. Kim, K. M., Kim, Y. S., Lim, S. J., Min, S. J., Shin, J. H., Ko, H. C., Kim, S. J., Lim, Y. and Kim, Y. 2014. *Sasa quelpaertensis* leaf extract suppresses dextran sulfate sodium-induced colitis in mice by inhibiting the proinflammatory mediators and mitogen-activated protein kinase phosphorylation. *Nutr. Res.* **34**, 894-905.
 11. Kim, M., Kim, Y. S., Kim, K. M., Ko, H. C., Kim, S. J., Kim, J. H. and Kim, Y. 2014. Combination of *Sasa quelpaertensis* Nakai leaf extract and cisplatin suppresses the cancer stemness and invasion of human lung cancer cells. *Integr. Cancer Ther.* **13**, 529-540.
 12. Lee, J., Jeong, Y. H., Jang, D. S. and Seo, E. K. 2007. Three terpenes and one phenolic compound from *Sasa borealis*. *J. Appl. Biol. Chem.* **50**, 13-16.
 13. Leender, E. J., VandeVondele, J. Bolhuis, P. G. and Meijer, E. J. 2007. Solvation of *p*-coumaric acid in water. *J. Phys. Chem. B.* **111**, 13591-13599.
 14. Min, S. J., Lim, J. Y., Kim, H. R., Kim, S. J. and Kim, Y. 2015. *Sasa quelpaertensis* leaf extract inhibits colon cancer by regulation cancer cell stemness *in vitro* and *in vivo*. *Int. J. Mol. Sci.* **16**, 9976-9997.
 15. Mok, J. Y., Kang, H. J., Cho, J. K., Jeon, I. H., Kim, H. S., Park, J. M., Jeong, S. I., Shim, J. S. and Jang, S. I. 2011. Antioxidative and anti-inflammatory effects of extracts from different organs of *Cirsium japonicum* var. *ussuriense*. *Kor. J. Herbology* **26**, 39-47.
 16. Nakajima, Y., Young, S. Y. and Kunugi, A. 2003. Six new flavonolignans from *Sasa veitchii* Rehder. *Tetrahedron* **59**, 8011-8015.
 17. Okabe, S., Takeuchi, K., Takagi, K. and Shibata, M. 1975. Stimulatory effect of the water extract of bamboo grass (Folin solution) on gastric acid secretion in pylorus-ligated rats. *Jan. J. Pharmacol.* **25**, 608-609.
 18. Park, H. S., Lim, J. H., Kim, H. J., Choi, H. J. and Lee, I. S. 2007. Antioxidant flavone glycosides from the leaves of *Sasa borealis*. *Arch. Pharm. Res.* **30**, 161-166.
 19. Park, Y. O. and Lim, H. S. 2009. Antioxidant activities of bamboo (*Sasa Borealis*) leaf extract according to extraction solvent. *J. Kor. Soc. Food. Sci. Nutr.* **38**, 1640-1648.
 20. Ren, M., Reilly, R. T. and Sacchi, N. 2004. *Sasa* health exerts a protective effects on Her2/NeuN mammary tumorigenesis. *Anticancer Res.* **24**, 2879-2884.
 21. Selvam, N. T., Vengatakrishnan, V. Murugesan, S. and Kumar, S. D. 2010. Free radical scavenging activity of methanolic extract of *Grewia tiliifolia* bark in various *in-vitro* model systems. *Res. J. Pharm. Biol. Chem. Sci.* **1**, 502-509.
 22. Shibata, M., Yamatake, M., Sakamoto, M., Kanamori, K. and Takagi, K. 1975. Pharmacological studies on bamboo grass (1). Acute toxicity and anti-inflammatory and antiulcerogenic activities of water-soluble fraction (Folin) extracted from *Sasa albomarginata* Makino et Shibata. *Folia Pharmacol. Jpn.* **71**, 481-485.
 23. Stalikas, C. D. 2007. Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *J. Sep. Sci.* **30**, 3268-3295.
 24. Sultana, N. and Lee, N. H. 2009. New phenylpropanoids from *Sasa quelpaertensis* Nakai with tyrosinase inhibition activities. *Bull. Kor. Chem. Soc.* **30**, 1729-1732.
 25. Sultana, N. and Lee, N. H. 2010. A new alkene glycoside from the leaves of *Sasa quelpaertensis* Nakai. *Bull. Kor. Chem. Soc.* **31**, 1088-1090.
 26. Yang, J. H., Lim, H. S. and Heo, Y. R. 2010. *Sasa borealis* leaves extract improves insulin resistance by modulating inflammatory cytokine secretion in high fat diet-induced obese C57/BL6J mice. *Nutr. Res. Prac.* **4**, 99-105.
 27. Yoon, S. A., Kang, S. I., Shin, H. S., Ko, H. C. and Kim, S. J. 2014. Anti-diabetic potential of a *Sasa quelpaertensis* Nakai extract in L6 skeletal muscle cells. *Food Sci. Biotechnol.* **23**, 1335-1339.

초록 : 식물화합물 다량 함유 제주조릿대 잎 추출물의 제조와 특성이주엽¹ · 고희철¹ · 장미경² · 김세재^{1,2*}(¹제주대학교 제주조릿대 사업단, ²제주대학교 생물학과)

조릿대 속 식물의 잎은 한의학적으로 염증, 해열, 이뇨 관련 질환 치료에 사용되어 왔다. 제주조릿대는 제주도 한라산 일대에서만 분포되어있는 토착식물이다. 본 연구에서는 제주조릿대 잎 추출물의 산업적 활용 효율을 높이기 위해 추출방법에 따른 식물화합물의 함량과 그 생리 활성을 비교함으로써 기능성이 강화된 식물화합물 다량 함유 추출물(phytochemical-rich extract; PRE)의 제조방법을 개발하였다. PRE는 열수추출물과 알코올추출물에 비하여 높은 폴리페놀 함량을 나타내었고, 조릿대 주요성분인 *p*-coumaric acid (44.10 mg/g)와 tricic acid (5.35 mg/g)의 함량은 열추출물(*p*-coumaric 23.39 mg/g, tricic 0.18 mg/g)과 알코올 추출물(*p*-coumaric 10.8 mg/g, tricic 0.38 mg/g)에 비해 매우 높았다. RPE는 다른 추출물에 비해 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성[1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) 소거활성, 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid (ABTS) 소거활성, nitric oxide (NO) 소거활성, xanthine oxidase 저해활성]이 가장 높았다. 그리고 RPE는 LPS로 자극시킨 RAW 264.7 세포에서 NO 생성(IC₅₀ = 59.1μg/ml)과 혈액 암(HL-60) 세포의 성장을 효과적으로 억제하였다. 본 연구결과는 PRE가 식물화합물을 다량 함유하고 있어 항산화 및 항염소재로서 활용가치가 있음을 제시해 준다.