

가시오가피와 탐라오가피의 산지별 및 부위별 Eleutheroside B, E 및 β -Glucan 함량 분석

- 연구노트 -

김영현¹ · 배다빈¹ · 이종석¹ · 박선옥² · 이상종² · 조옥현³ · 이옥환^{1*}

¹강원대학교 식품생명공학과

²(주)에스티알바이오텍

³메사추세츠 주립대학교 의과대학

Determination of Eleutherosides and β -Glucan Content from Different Parts and Cultivating Areas of *A. senticosus* and *A. koreanum*

Young-Hyun Kim¹, Da-Bin Bae¹, Jong Seok Lee¹, Sun-Ok Park²,
Sang-Jong Lee², Ok-Hyun Cho³, and Ok-Hwan Lee^{1*}

¹Dept. of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Gangwon 200-701, Korea

²STR Biotech Co., LTD, Gangwon 200-160, Korea

³University of Massachusetts Medical School, Worcester, MA 01655, USA

ABSTRACT The present study was performed to quantitatively analyze eleutherosides (B and E) and β -glucan in different plant parts of three cultivars (Chungnam, Gangwon, and Jeju) of *Acanthopanax senticosus* and *Acanthopanax koreanum* using HPLC and a commercial enzyme kit. Our results showed high linearity in the calibration curves as the coefficients of correlation (R^2) were 0.998 (eleutheroside B) and 0.999 (eleutheroside E), respectively. Eleutheroside B and E were found in stem extracts of *A. koreanum* cultivated in Jeju (1,122 μ g/g, eleutheroside B) and *A. senticosus* cultivated in Chungnam (2,536 μ g/g, eleutheroside E), respectively. However, eleutheroside B was not detected in any part of *A. senticosus* cultivated in Chungnam. For β -glucan contents, stems of *A. senticosus* and *A. koreanum* showed higher than other parts. Furthermore, the β -glucan content in stems of *A. koreanum* cultivated in Gangwon was significantly higher than in those of other cultivars. These results show that the contents of eleutheroside B, E, and β -glucan were higher in stem extracts of *A. senticosus* and *A. koreanum* than other parts. Moreover, our results suggest that the contents of eleutheroside B, E, and β -glucan in *A. senticosus* and *A. koreanum* are influenced by cultivation area and the selected part.

Key words: *Acanthopanax senticosus*, *Acanthopanax koreanum*, eleutheroside B, eleutheroside E, β -glucan

서 론

두릅나무과(Araliaceae)에 속하는 오가피는 산지와 형태에 따라 서로 다른 품종으로 분류되며, 그중 *Acanthopanax(A.) senticosus*, *A. chiisanensis*, *A. sessiliflorum*, *A. koreanum* 등이 국내에서 가장 많이 연구되고 있다(1). 오가피의 생리학적 효능에는 항스트레스(2), 항피로작용(3), 항산화 효과(4), 항염증작용, 운동능력 향상(5), 항당뇨(6), 알코올 분해 효과(7) 등이 있으며, lignan계 배당체인 eleutherosides가 주요 성분으로 Brekhman과 Dardymov(8)에 의해 'adaptogenic activity'에 대하여 인삼과 비교되기 시작하면서 국내외적으로 중요한 약용식물로 연구되고 있다.

특히 외부 스트레스에 대한 비특이적 적응력에는 eleutheroside B와 E가 관여를 하며, 다른 오가피들과는 다르게 가시오가피(*A. senticosus*)와 탐라오가피(*A. koreanum*)는 eleutheroside B와 E가 함께 검출되는 것으로 보고되었다(9-13). Eleutheroside B는 항암, 항산화, 항피로 등에 효능이 있으며, eleutheroside E는 염증에 관여하는 nuclear factor NF- κ B와 activator protein-1(AP-1)을 억제하여 유전자 발현을 막아 항염증 작용을 하고 동물실험을 통해 육체적 피로 감소와 체력 증진에 효과가 있는 것으로 보고되었다(14,15). Lignan계 배당체 이외에 오가피에는 세포벽을 구성하는 β -glucan이 존재한다. β -Glucan은 β -glucosyl unit이 $\beta(1\rightarrow3)$ 결합 또는 $\beta(1\rightarrow4)$ 결합으로 이루어져 있는 선형의 사슬구조를 이루고 있으며, 버섯유래의 β -glucan처럼 $\beta(1\rightarrow6)$ 결합을 가지고 있기도 한다. β -Glucan은 인체의 면역시스템에 작용하여 인체의 면역력을 증강시켜 주는 이른바 BRM(biological response modifiers)으로 잘

Received 16 August 2013; Accepted 6 November 2013

*Corresponding author.

E-mail: loh99@kangwon.ac.kr, Phone: 82-33-250-6454

알려져 있으며, 특히 면역계 내의 대식세포의 기능을 활성화 시킴으로써 다른 림프구나 백혈구의 증식인자인 interferon 이나 interleukin 등 cytokine을 분비시켜 면역계의 전반적인 기능을 강화시킨다고 알려져 있다(16). 다당체의 면역조절 효과에 관한 연구는 현재 동물이나 임상시험에 이르기까지 많은 연구가 이루어져 있다(17-19).

가시오가피는 한반도와 시베리아 및 중국 등의 고지대에 자생하는 반면, 탐라오가피는 제주도의 특산식물로 재배지역이 다양한 가시오가피에 비해 재배지역이 제주도로 국한되어 있다(11,20). 시료의 채취 시기와 지역에 따른 구성물질의 차이가 보고된 바(21), 동일 품종의 오가피라도 산지에 따라 유효성분 함량에 차이가 나타날 수 있다.

따라서 본 연구에서는 기능성 식품으로 개발 혹은 개발 가능한 소재로 선행연구를 통해 검증된 분석방법(22)을 이용하여 가시오가피와 탐라오가피, 두 종류의 오가피 산지 및 부위별 eleutheroside B, eleutheroside E 그리고 β-glucan의 함량을 비교분석 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에서 사용한 오가피는 강원도(*A. senticosus*), 충청도(*A. senticosus*) 그리고 제주도(*A. koreanum*)에서 재배되고 있는 오가피의 열매, 잎, 줄기, 뿌리 건조물을 각각 구입하여 실험에 사용하였다. 각 산지별 오가피는 선별 및 세척과정의 전처리를 거친 후 건조하여 35 mesh 이하의 크기로 분쇄하여 분석실험에 사용하였다. Eleutheroside B와 E(purity≥98.0%), acetic acid, potassium hydroxide는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였으며, β-glucan 분석에 사용된 enzyme assay kit는 Megazyme(The Bray Co., Wicklow, Ireland)에서 구입하여 사용하였다.

오가피 추출 및 수율 측정 방법

오가피 각 부위별 eleutheroside B와 E의 분석을 위해 시료 3 g을 추출용기에 넣고 증류수 100 mL를 가한 후 100°C 조건에서 3시간 동안 환류추출 하였다(23). Filter paper(Whatman, No. 3, Maidstone, Kent, UK)로 여과한 추출물은 4°C에서 24시간동안 정치 후 다시 한 번 여과한 후 회전식 진공 농축기(Tokyo Rikakikai Co., Ltd, Shanghai, China)를 사용하여 농축 후에 동결건조(Ilshinbiobase Co., Ltd, Yangju, Korea) 하여 실험에 사용하였다. 각 부위별 추출수율은 시료 무게에 대하여 추출 및 농축 후 동결건조한 추출물의 무게를 백분율로 나타내어 사용하였다(Fig. 1).

HPLC를 이용한 eleutherosides 분석

HPLC를 이용한 eleutheroside B와 E의 분석방법은 'Method validation'을 적용한 선행연구방법에 근거하여

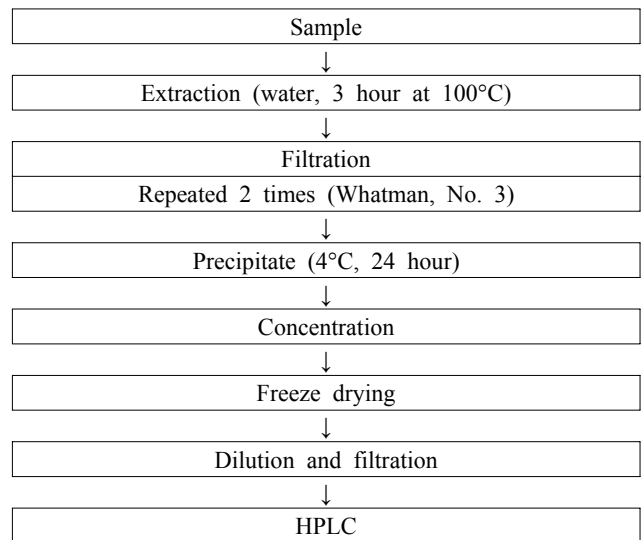


Fig. 1. Extraction procedures of different parts of *A. senticosus* and *A. koreanum* extracts.

Table 1. HPLC analysis conditions for eleutheroside B and E

Instrument	Conditions		
Column	Sunfire™ C ₁₈ , 5.0 μm, 4.6 mm×250 mm		
Detector	UV 210 nm (Waters 996 Photodiode Array Detector)		
	Time (min)	Water (%)	Acetonitrile (%)
Mobile phase (gradient)	0	85	15
	5	85	15
	8	80	20
	15	80	20
	20	85	15
	25	85	15
Flow rate	1.0 mL/min		
Column temp.	25°C		
Injection volume	10 μL		
Run time	25 min		

Table 1의 조건으로 Waters 2695 Separation Module HPLC system과 Waters 996 Photodiode Array Detector(Waters Co., Milford, MA, USA)를 사용하여 분석하였다(22). Eleutheroside B는 표준물질을 0~125 μg/mL의 범위에서 검량식 $y=41700x-90710(R^2=0.998)$, eleutheroside E는 표준물질 0~350 μg/mL의 범위에서 검량식 $y=42302x+34170(R^2=0.999)$ 을 사용하여 정량하였다. LOD (limit of detection)와 LOQ(limit of quantification)는 선행 연구결과(22)를 이용하여 각각 eleutheroside B(LOD: 0.050 μg/mL, LOQ: 0.250 μg/mL)와 E(LOD: 0.025 μg/mL, LOQ: 0.250 μg/mL)에 적용하여 분석하였다.

β-Glucan 분석

β-Glucan 정량은 Megazyme(The Bray Co.)의 β-glucan 분석법인 'mushroom and yeast beta-glucan assay'

법에 준하여 분석방법검증을 이용한 선행연구방법을 근거로 측정하였다(22). Total-glucan 함량은 0.5 mm 크기의 체를 통과시킨 시료 50 mg에 HCl(37% v/v) 0.75 mL를 넣고 30°C에서 45분 동안 반응시킨 후 증류수 5 mL를 가하여 100°C에서 2시간 동안 교반하였다. 반응이 끝난 혼합물은 상온에서 5분 동안 식힌 후 2 N KOH 5 mL를 첨가하고 200 mM sodium acetate buffer(pH 5.0)를 사용하여 50 mL로 정용한 뒤, 원심분리(1,500×g, 10 min) 하여 분리된 상등액 0.05 mL에 exo-1,3-β-glucanase(20 U/mL)와 β-glucosidase(4 U/mL)의 혼합용액을 0.05 mL 첨가한 후 40°C에서 60분간 반응시켰다. 반응시킨 용액의 glucose 정량을 위해 GOPOD(glucose oxidase/peroxidase) reagent 1.5 mL를 첨가하고 20분 후에 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. α-Glucan은 시료에 2 N KOH 1 mL를 가하여 20분 동안 낮은 온도에서 교반시켜준 후 1.2 M sodium acetate buffer(pH 3.8) 4 mL, amyloglucosidase와 invertase 혼합용액을 0.1 mL 첨가하여 40°C에서 30분간 반응시킨 뒤에 원심분리(1,500×g, 10 min) 하여 상등액 0.05 mL를 취해 GOPOD reagent 1.5 mL와 20분 동안 반응시켜 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도 측정은 spectrophotometer(Optizen pop, Mecasys Co., Ltd., Daejeon, Korea)를 이용하였으며, β-glucan은 total-glucan과 α-glucan 함량의 차이로 나타내었다.

$$\beta\text{-Glucan, \%}(w/w) = (\Delta E \times F \times \frac{50}{0.05} \times \frac{1}{1000} \times \frac{100}{W} \times \frac{162}{180})_{\text{Total Glucan}} - (\Delta E \times F \times 103 \times \frac{1}{1000} \times \frac{100}{W} \times \frac{162}{180})_{\text{Alpha Glucan}}$$

ΔE : 시료의 흡광도 - 공시험(blank)의 흡광도

F : 흡광도를 D-glucose의 μg 으로 환산하기 위한 계수
 W : 시료의 무게(mg)

162/180: 유리상태 glucose 분자량으로부터 β-glucan 분자와 같이 무수상태의 glucose 분자량으로 전환하기 위한 계수

통계처리

모든 실험은 3회 반복 수행하여 결과를 평균과 표준편차로 나타내었으며, SAS 9.3(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 one-way ANOVA 분석을 수행하였고 평균값의 통계적 유의성은 $P < 0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

오가피 산지별 및 부위별 추출수율

추출방법에 따라 각 산지별 및 부위별 오가피를 추출하여 Table 2와 같이 추출수율을 계산하였으며, 그 결과 3곳의 산지 모두 열매 부위에서 동일하게 수율이 높았다. 부위별 파리(*Physalis alkekengi* var. *francheti*) 추출물을 비교한 Chung(24)의 연구결과에서도 열매 부위에서 가장 높은 추

Table 2. The extraction yields of different parts and cultivar from *A. senticosus* and *A. koreanum*

Sample		Yield value (%)
Gangwon (<i>A. senticosus</i>)	Root	16.7
	Stem	10.0
	Leaf	33.3
	Fruit	50.0
Chungnam (<i>A. senticosus</i>)	Root	20.0
	Stem	20.0
	Leaf	50.0
	Fruit	50.0
Jeju (<i>A. koreanum</i>)	Root	23.3
	Stem	20.0
	Leaf	20.0
	Fruit	53.3

출수율을 보였다.

산지별 및 부위별 오가피의 eleutherosides 함량

HPLC를 이용한 오가피 각 산지별 및 부위별 eleutheroside B와 E 분석결과, Fig. 2와 같이 추출물에서 다른 물질의 간섭 없이 특이적으로 분리되었으며, 표준용액의 peak 유지시간(retention time, RT)과 추출물의 peak 유지시간이 일치하는 것이 확인되었다. Eleutherosides의 함량은 Table 3과 같으며, eleutheroside B의 경우 제주도(*A. koreanum*)에서 채배된 오가피의 모든 부위에서 검출되었지만, 강원도(*A. senticosus*)에서 채배된 오가피는 줄기와 열매에서만 eleutheroside B가 검출되었다. 반면 채배지역이 다른 충남(*A. senticosus*) 오가피에서는 모든 부위에서 eleutheroside B가 검출되지 않았으며, 잎 부위에서는 eleutheroside E 또한 검출되지 않았다. 강원도 산지 오가피와 비교하였을 때 충남 산지 오가피는 eleutheroside B가 검출되지 않은 것에 반해 eleutheroside E의 함량은 강원도 산지 오가피 함량의 2배에 해당하는 함량을 가지고 있었으며, 강원 및 충남 오가피 모두 줄기>뿌리>열매>잎 순으로 줄기 부위에서 가장 많은 eleutheroside E의 함량이 검출되었다. Choi와 Ahn(4)의 보고에 따르면 *A. sessiliflorus*를 분석한 결과 잎 부분에서 eleutheroside B와 E가 검출되지 않았으며, eleutheroside E는 줄기>뿌리>열매>잎(not detected) 순으로 본 연구결과의 강원 및 충남 산지 오가피의 경향과 일치하였다. 제주도 산지 오가피 부위별 eleutheroside B의 함량은 줄기>뿌리>열매>잎 순으로 많이 함유되어 있었으며, 강원도 산지 오가피의 줄기 및 열매에 비해 더 많은 양이 검출되었다. 반면 eleutheroside E의 경우 줄기>뿌리>잎>열매 순으로 많은 함량이 검출되었고 강원도 산지의 오가피보다 모든 부위에서 높은 함량을 보여주었지만 충남 산지 오가피보다는 낮은 함량이 검출되었다. 서로 다른 종류의 오가피 열매에서 eleutheroside B를 분석한 Kim 등(25)의 결과에서도 *A. senticosus*, *A. sessiliflorus*, *A. divaricatus*에 비해 *A. koreanum*이 가장 높은 eleutheroside

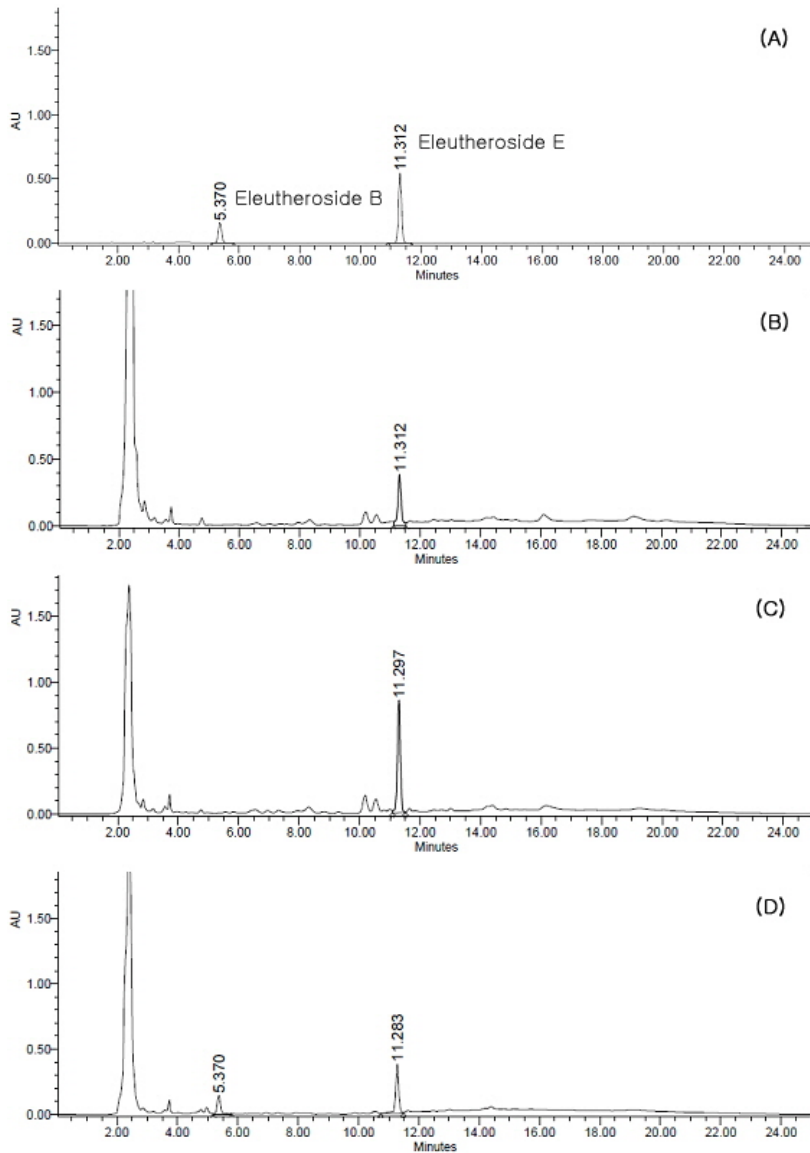


Fig. 2. HPLC chromatograms of eleutheroside B and E. (A) Standard, (B) An extract derived from the root of *A. senticosus* cultivated in Gangwon, (C) An extract derived from the root of *A. senticosus* cultivated in Chungnam, (D) An extract derived from the root of *A. koreanum* cultivated in Jeju.

Table 3. The contents of eleutheroside B and E from different parts and cultivar of *A. senticosus* and *A. koreanum*

Sample		Eleutheroside B		Eleutheroside E	
		Mean \pm SD (μ g/g)	RSD ¹⁾ (%)	Mean \pm SD (μ g/g)	RSD (%)
<i>A. senticosus</i> Gangwon	Root		Not detected	810 \pm 4 ^{b2)}	0.5
	Stem	758 \pm 2 ^a	0.2	1,048 \pm 4 ^a	0.4
	Leaf		Not detected	175 \pm 8 ^d	4.6
	Fruit	251 \pm 4 ^b	1.8	288 \pm 9 ^c	3.2
<i>A. senticosus</i> Chungnam	Root		Not detected	1,862 \pm 9 ^b	0.5
	Stem		Not detected	2,536 \pm 16 ^a	0.6
	Leaf		Not detected	Not detected	
	Fruit		Not detected	414 \pm 12 ^c	3.0
<i>A. koreanum</i> Jeju	Root	468 \pm 10 ^c	2.0	989 \pm 39 ^b	4.0
	Stem	1,122 \pm 16 ^a	1.4	1,492 \pm 81 ^a	5.4
	Leaf	209 \pm 10 ^d	4.5	444 \pm 4 ^c	0.9
	Fruit	552 \pm 2 ^b	0.4	193 \pm 2 ^d	1.1

¹⁾Relative standard deviation.

²⁾Value are mean \pm SD in triplicate (n=3).

Means in the same column not sharing a common letter are significantly different ($P < 0.05$) by Duncan's multiple test.

Table 4. The content of β -glucan from different parts and cultivar of *A. senticosus* and *A. koreanum*

Sample		Total glucan	α -Glucan	β -Glucan contents (% (w/w))	
				Mean \pm SD	RSD ¹⁾
Gangwon (<i>A. senticosus</i>)	Root	12.05 \pm 0.21 ^{a2)}	7.61 \pm 0.12 ^a	4.44 \pm 0.16 ^b	3.57
	Stem	10.37 \pm 0.21 ^b	2.91 \pm 0.11 ^c	7.46 \pm 0.13 ^a	1.75
	Leaf	8.07 \pm 0.32 ^d	3.37 \pm 0.13 ^b	4.70 \pm 0.19 ^b	3.96
	Fruit	9.57 \pm 0.20 ^c	7.41 \pm 0.20 ^a	2.17 \pm 0.09 ^c	4.05
Chungnam (<i>A. senticosus</i>)	Root	12.19 \pm 0.21 ^a	9.12 \pm 0.28 ^a	3.06 \pm 0.11 ^b	3.65
	Stem	6.55 \pm 0.05 ^c	3.14 \pm 0.10 ^c	3.41 \pm 0.07 ^a	1.97
	Leaf	5.38 \pm 0.12 ^d	2.36 \pm 0.07 ^d	3.02 \pm 0.07 ^b	2.42
	Fruit	9.36 \pm 0.04 ^b	6.45 \pm 0.12 ^b	2.91 \pm 0.09 ^b	3.24
Jeju (<i>A. koreanum</i>)	Root	21.11 \pm 0.65 ^a	16.44 \pm 0.52 ^a	4.67 \pm 0.13 ^b	2.75
	Stem	12.06 \pm 0.20 ^b	7.02 \pm 0.26 ^b	5.05 \pm 0.11 ^a	2.21
	Leaf	10.14 \pm 0.20 ^c	5.71 \pm 0.07 ^b	4.43 \pm 0.15 ^b	3.34
	Fruit	7.50 \pm 0.05 ^d	3.94 \pm 0.07 ^c	3.56 \pm 0.03 ^c	0.75

¹⁾Relative standard deviation.

²⁾Value are mean \pm SD in triplicate (n=3).

Means in the same column not sharing a common letter are significantly different ($P<0.05$) by Duncan's multiple test.

B를 함유하고 있는 것으로 보고되었다.

오가피 산지별 및 부위별 β -glucan 함량

β -Glucan은 보리, 귀리, 버섯 등에 많이 함유되어 있으며, 입도의 크기와 추출방법에 따라 수율에 차이가 있어 추출수율을 높이기 위해 많은 연구가 진행 중에 있다(26). 강원도(*A. senticosus*), 충남(*A. senticosus*), 제주도(*A. koreanum*) 산지별 오가피 뿌리, 줄기, 잎, 열매 부위 건조분말의 β -glucan 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. β -Glucan 함량은 공통적으로 각 산지별 오가피 줄기 부위에서 가장 많이 검출되었으며, 특히 강원도에서 채배된 오가피가 다른 오가피에 비해 7.46%로 월등하게 높았다. 보고에 따르면 보리(27)는 3~8%, 버섯은 종류에 따라 꽃송이버섯 43.6%, 잎새버섯 15~20%, 영지버섯 8~15%, 송이버섯 18.1%로 각 품종 간에 차이를 나타내며, 버섯유래의 β -glucan은 다른 식물유래 β -glucan과 다르게 β -1,3-glucan을 주쇄로한 β -1,6-glucan의 짧은 가지를 가지고 있는 다당체가 풍부한 것으로 알려져 있다(28). 본 실험결과 뿌리 부위 α -glucan 함량이 각각 강원도 산지 오가피는 7.61%, 충남 산지 오가피는 9.12%, 제주도 산지 오가피는 16.44%로 β -glucan에 비해 많이 함유되어 있는 것으로 확인되었는데, 이러한 이유는 뿌리에 영양분이 전분형태의 α -glucan으로 저장되어져 있기 때문으로 판단되어진다.

요 약

오가피의 주요 성분으로 알려져 있는 eleutheroside B와 E 그리고 식물의 세포벽을 구성하는 β -glucan 함량을 강원도(*A. senticosus*), 충남(*A. senticosus*), 제주도(*A. koreanum*) 산지별 오가피의 뿌리, 줄기, 잎, 열매 부위별로 각각 분석한 결과, 충남 오가피는 eleutheroside B가 검출되지 않는 것에 반해 특이적으로 높은 eleutheroside E를 함유하

고 있었으며, 제주도 산지 오가피는 뿌리, 줄기, 잎, 열매 모든 부위에서 eleutheroside B와 E가 함께 검출되는 것으로 확인되었다. 서로 다른 산지에서 채배되었지만 지역과 품종에 상관없이 줄기 부위에 가장 많은 eleutheroside B와 E가 함유되어 있었으며, β -glucan 또한 강원도(7.46%), 충남(3.41%), 제주도(5.05%) 산지 오가피 모두 줄기 부위에 가장 많았다. 오가피는 같은 품종이더라도 채배지역에 따라 eleutheroside B와 E 그리고 β -glucan 함량에 차이를 보여 주었고 산지와 품종에 상관없이 줄기 부위에 가장 많이 함유되어 있었다. 따라서 본 연구결과를 기초로 오가피 소재 제품을 만들기 위해서는 제품의 목적에 따라 산지 및 부위의 선택이 필요할 것으로 사료되며, 산지에 따른 유효성분 차이에 있어서 탐라오가피는 제주도 특산식물로 오가피를 이용한 제품개발 시 지표성분을 표준화하는데 있어서 용이할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 2012년 산학연공동기술개발 국제사업(과제번호: C1008942-01-01)의 일환으로 수행된 것으로 연구비를 지원하여 주신 중소기업청의 한국산학연합회에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Moon JH, Yook CS, Jang YP. 2012. Anatomical and microscopic studies on *Acanthopanax gracilistylus*, *A. koreanum* and *A. sieboldianus*. *Kor J Pharmacogn* 43: 268-273.
2. Gaffney BT, Hugel HM, Rich PA. 2001. *Panax ginseng* and *Eleutherococcus senticosus* may exaggerate an already existing biphasic response to stress via inhibition of enzymes which limit the binding of stress hormones to their receptors. *Med Hypotheses* 56: 567-572.
3. Zhang XL, Ren F, Huang W, Ding RT, Zhou QS, Liu XW. 2010. Anti-fatigue activity of extracts of stem bark from *Acanthopanax senticosus*. *Molecules* 16: 28-37.

4. Choi JM, Ahn JB. 2012. Functional properties of 50% methanol extracts from different parts of *Acanthopanax sessiliflorus*. *Korean J Food Sci Technol* 44: 373-377.
5. Dowling EA, Redondo DR, Branch JD, Jones S, McNabb G, Williams MH. 1996. Effect of eleutherococcus senticosus on submaximal and maximal exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 28: 482-489.
6. Watanabe K, Kamata K, Sato J, Takahashi T. 2010. Fundamental studies on the inhibitory action of *Acanthopanax senticosus* Harms on glucose absorption. *J Ethnopharmacol* 132: 193-199.
7. Yoon TJ, Jo SY. 2010. Effect of *Acanthopanax senticosus* extracts on alcohol degradation and anti-inflammatory activity in mice. *Korean J Food & Nutr* 23: 542-548.
8. Brekhman II, Dardymov IV. 1969. New substances of plant origin which increase nonspecific resistance. *Annu Rev Pharmacol* 9: 419-430.
9. Lyu SY, Park WB. 2010. Modulation of IL-12 and IFN- γ secretions by eleutheroside E, tortoside A, and syringaresinol from *Acanthopanax koreanum* Nakai. *Biomolecules & Therapeutics* 18: 211-218.
10. Kim IH, Kim SH, Kwon JH. 2008. Optimizing the hot-water extraction conditions for *Acanthopanax cortex* using response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 512-520.
11. Park KJ, Park SH, Kim JK. 2010. Anti-wrinkle activity of *Acanthopanax senticosus* extract in ultraviolet B (UVB)-induced photoaging. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 42-46.
12. Lee SH, Kang SS, Cho SH, Ryu SN, Lee BJ. 2005. Determination of eleutherosides B and E in various parts of *Acanthopanax* species. *Kor J Pharmacogn* 36: 70-74.
13. Kang JS, Linh PT, Cai XF, Kim HS, Lee JJ, Kim YH. 2001. Quantitative determination of eleutheroside B and E from *Acanthopanax* species by high performance liquid chromatography. *Arch Pharm Res* 24: 407-411.
14. Huang L, Zhao H, Huang B, Zheng C, Peng W, Qin L. 2011. *Acanthopanax senticosus*: review of botany, chemistry and pharmacology. *Pharmazie* 66: 83-97.
15. Huang LZ, Wei L, Zhao HF, Huang BK, Rahman K, Qin LP. 2011. The effect of eleutheroside E on behavioral alterations in murine sleep deprivation stress model. *Eur J Pharmacol* 658: 150-155.
16. Lee JS, Lee SH, Jang YM, Lee JD, Lee BH, Jung JY. 2011. Macrophage and anticancer activities of feed additives on β -glucan from *Schizophyllum commune* in breast cancer cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 949-955.
17. Burkus Z, Temelli F. 1998. Effect of extraction conditions on yield, composition, and viscosity stability of barley β -glucan gum. *Cereal Chem* 75: 805-809.
18. Ramberg JE, Nelson ED, Sinnott RA. 2010. Immunomodulatory dietary polysaccharides: a systematic review of the literature. *Nutr J* 9: 54.
19. Park HJ, Kim YB, Kang TS, Jug IS, Kim KY, Jeong HS. 2005. Immunomodulatory activities of oat bran extracts with different extraction conditions. *Korean J Food Sci Technol* 37: 103-107.
20. Ko HJ, Song CK, Cho NK. 2003. Growth of seeding and germination characteristics of *Acanthopanax koreanum* NAKAI. *Korean J Medicinal Crop Sci* 11: 46-52.
21. Ha ES, Hwang SH, Shin KS, Yu KW, Lee KH, Choi JS, Park WM, Yoon TJ. 2003. Competitive ELISA for the measurement of glycoprotein purified from *Acanthopanax senticosus*. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1209-1215.
22. Kim YH, Bae DB, Park SO, Lee SJ, Cho OH, Lee OH. 2013. Method validation for the determination of eleutherosides and β -glucan in *Acanthopanax koreanum*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1419-1425.
23. Kim IH, Kim SH, Kwon JH. 2008. Optimizing the hot-water extraction conditions for *Acanthopanax cortex* using response surface methodology. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 512-520.
24. Chung HJ. 2010. Antioxidative activities of different part extracts of *Physalis alkekengi* var. *francheti* (winter cherry). *Korean J Food Preserv* 17: 867-873.
25. Kim HM, Kim JS, Lee SH, Lee SJ, Lee GP, Kang SS, Cho SH, Cheoi DS. 2006. Quantitative analysis of lignans in the fruits of *Acanthopanax* species by HPLC. *Food Sci Biotechnol* 15: 778-780.
26. Jeong HS, Kang TS, Jung IS, Park HJ, Min YK. 2003. β -Glucan contents with different particle size and varieties of barley and oats. *Korean J Food Sci Technol* 35: 610-616.
27. Bhatti RS. 1992. β -Glucan content and viscosities of barleys and their roller-milled flour and bran products. *Cereal Chem* 69: 469-471.
28. Um S, Jin GE, Park KW, Yu YB, Park KM. 2010. Physiological activity and nutritional composition of *Pleurotus* species. *Korean J Food Sci Technol* 42: 90-96.