

## 효소적 생물전환을 이용한 토종오가피와 가시오가피의 Eleutheroside B, E의 추출 함량 최적화

김나리<sup>1</sup> · 박종순<sup>2</sup> · 이득식<sup>2,3</sup> · 심재훈<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한림대학교 식품영양학과

<sup>2</sup>(주)웰빙엘에스

<sup>3</sup>한중대학교 외식영양학과

### Eleutherosides Extraction from *Acanthopanax sessiliflorus* Seeman and *Eleutherococcus senticosus* Maxim Using an Enzymatic Process

Na-Ri Kim<sup>1</sup>, Jong-Soon Park<sup>2</sup>, Deuk-Sik Lee<sup>2,3</sup>, and Jae-Hoon Shim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Nutrition, Hallym University

<sup>2</sup>Life Science Institute, Well-being LS Co., Ltd.

<sup>3</sup>Department of Food Service and Nutrition, Hanzhong University

**ABSTRACT** In this study, we optimized conditions for extraction of eleutherosides B and E from stem powder of *Acanthopanax*. To enhance eleutheroside B and E yields, *Acanthopanax sessiliflorus* Seeman and *Eleutherococcus senticosus* Maxim were pre-incubated with the following enzymes: Celluclast, Viscozyme L, Lactozyme, Lecitase, and Novozyme 33095. Treatment with Novozyme 33095, a commercial pectinase, for 3 h resulted in the highest yields of eleutherosides B and E from *A. sessiliflorus* and *E. senticosus*. Compared with extraction at 121°C for 120 min, at 121°C for 15 min after Novozyme 33095 pre-incubation increased eleutheroside B and E yields from *A. sessiliflorus* by 7% and 17%, respectively. In the case of *E. senticosus*, eleutheroside B and E yields increased by 25% and 29%, respectively.

**Key words:** *Acanthopanax sessiliflorus* Seeman, *Eleutherococcus senticosus* Maxim, eleutheroside B, eleutheroside E, bioconversion

## 서 론

오가피(*Acanthopanax(A.)*)는 인삼과 같은 두릅나무과에 속하는 낙엽활엽 관목으로 러시아, 중국, 일본, 한국 등에 분포하고 깊은 산지의 계곡에 서식하는 식물이다(1-4). 오가피 품종으로 가시오가피(*Eleutherococcus senticosus*), 탐라오가피(*A. koreanum*), 지리오가피(*A. chiisanensis*), 오가피(*A. sessiliflorus*) 등이 있고 국내에 서식하는 오가피는 14종이 알려졌다(2,5).

오가피는 기능성 생리활성 소재로 의미 있는 연구들이 진행되고 있고, 오가피의 유효성분 및 생리활성을 증가시킨 가공방법에 관한 관심이 증가하고 있다(6). 현재까지 보고된 오가피의 생물학적 효능은 알츠하이머증 예방(7), 혈당강화 작용(3,6), 항염증 효과(8,9), 항알레르기 효과(10), 항산화 효과(11-13), 항고지혈 효과 및 알코올 분해 활성 증가(12,

14,15), 신경보호 작용(16), 체내 지질대사 개선 효과(4,11), 콜레스테롤 저하 효과(12,17,18) 등이 있다.

오가피의 주요 성분으로는 lignan 배당체인 eleutheroside B, eleutheroside E, caffeic acid, friedelin, phenolic glycoside,  $\beta$ -sitosterol, isofraxidin,  $\beta$ -glucan 등이 있으며(2,5,6,9,19), 이 중 eleutheroside B와 E는 오가피 배당체 성분의 80%를 차지하고 있다(9,20,21). 이 두 물질은 외부의 스트레스에 대한 비특이적 적응력을 갖는 'adaptogenic activity'에 있어서 인삼과 비슷하고 독성은 거의 없다고 보고되었으며, 특히 acanthoside D로 알려진 eleutheroside E는 현재 한국 식품의약품안전처에 건강기능 식품원료로서 개별인정형 원료로 등록되어(2), 체력강화, T세포 증가를 통한 면역력 증대, 학습능력 향상, 간 기능 개선, 콜레스테롤 수치 저하, 항암 효과 등이 보고된 바 있다(12,22,23). 또한 eleutheroside B는 항산화 활성, 항암 작용, 골질환 예방, 항스트레스 작용, 항피로 작용 등이 보고된 바 있다(24). 본 연구에서는 오가피에 효소적 생물전환을 전처리 공정으로 수행하여 eleutheroside B 및 E와 같은 생리활성 물질의 추출법을 최적화하고자 하였다.

Received 1 December 2015; Accepted 28 December 2015

Corresponding author: Jae-Hoon Shim, Department of Food Science and Nutrition, Hallym University, Chuncheon, Gangwon 24252, Korea

E-mail: jhshim@hallym.ac.kr, Phone: +82-33-248-2137

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 토종오가피와 가시오가피는 평창오가피랜드(Pyeongchang, Korea)에서 구매하였고, eleutheroside B, E 표준물질 및 분석시약은 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. Celluclast, Viscozyme L, Lecitase, Lactozyme, Novozyme 33095 효소는 Novozymes A/S(Bagsvaerd, Denmark)에서 구입하여 사용하였다.

### Eleutheroside B 및 E의 정량

UltiMate 3000 HPLC system과 UltiMate 3000 RS Variable wavelength Detector(210 nm, Dionex, Waltham, MA, USA)와 Triart C18 column(5.0  $\mu$ m, 4.6 mm  $\times$  150 mm; 25°C)을 사용하여 eleutheroside B와 E를 분석하였다. 이동상은 water(0.1% TFA)와 acetonitrile(0.1% TFA)을 사용하였고, flow rate는 1.0 mL/min으로 하고 injection volume은 20  $\mu$ L로 하였다. 이동상의 농도구배 조건은 acetonitrile(0.1% TFA)을 0~5분에서 15%, 5~8분에서 20%, 8~15분에서 20%, 15~20분에서 15%, 20~25분에서 15%로 흘려주었다(25). Eleutheroside B는 멸균수에 녹여 0.003~0.420 mM의 범위에서 검량식  $y=341.62x+2.6085$  ( $R^2=0.9978$ )를 사용하여 정량하였고, eleutheroside E는 멸균수에 녹여 0.002~0.210 mM의 범위에서 검량식  $y=1265.9x+4.8299$  ( $R^2=0.9997$ )를 사용하여 정량하였다. 유용성분의 함량은 용출, 추출에 사용된 고형분 함량(g) 대비 용출, 추출된 성분의 양(mg)으로 표기하였다.

### 추출 용매비에 따른 추출

토종오가피와 가시오가피의 줄기를 3~5 $\phi$ 로 분쇄하여 분체 1 g에 멸균수 14, 17, 20 mL를 각각 넣어 autoclave 121°C에서 2시간 동안 추출하였다. 추출액을 원심분리(340 $\times$ g, 15분) 하여 상등액을 취한 후 실험에 사용하였다.

### 추출 전 효소처리

토종오가피와 가시오가피의 줄기를 3~5 $\phi$ 로 분쇄하여 분

체 4 g에 멸균수 56 mL를 넣고, Celluclast, Viscozyme L, Lactozyme, Lecitase, Pectinex, Novozyme 33095를 각각 0.2 mL(2,000 Unit) 넣고 shaking incubation(50°C, 150 rpm, 5시간) 하였다. 반응액을 원심분리(340 $\times$ g, 15분) 하여 상등액을 실험에 사용하였다. 효소의 unit과 반응 조건은 각각 제조사에서 정의한 온도 및 pH에서의 unit 기준을 따랐다.

### 추출 전 시간에 따른 효소처리

토종오가피와 가시오가피의 줄기를 3~5 $\phi$ 로 분쇄하여 분체 2 g에 멸균수 28 mL를 넣고, Viscozyme L, Novozyme 33095를 각각 0.2 mL(2,000 Unit) 넣은 후 0.5, 1, 2, 3, 5시간 동안 shaking incubation(50°C, 150 rpm) 하였다. 반응액을 원심분리(340 $\times$ g, 15분) 하여 상등액을 실험에 사용하였다.

### 효소반응 후 온도, 시간에 따른 추출

토종오가피와 가시오가피의 줄기를 3~5 $\phi$ 로 분쇄하여 분체 18 g에 멸균수 252 mL를 넣어 autoclave 121°C에서 15분 멸균한 후, Viscozyme L, Novozyme 33095를 각각 1.8 mL 넣고 최적 효소처리시간으로 shaking incubation(50°C, 120 rpm) 하였다. 효소처리액을 autoclave 70°C에서 30분, 121°C에서 15분으로 각각 추출한 후 원심분리(340 $\times$ g, 15분) 하여 상등액을 실험에 사용하였다.

### 통계처리

모든 실험은 3회 반복 측정 후, 평균과 표준편차로 나타내었으며, SPSS statistics 21 program(IBM, Chicago, IL, USA)을 이용하여  $P<0.05$  수준에서 Duncan's multiple range test에 따라 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 추출 용매의 용량별 eleutheroside B 및 E의 함량 분석

효율적인 열수추출 공정을 위해 줄기 분말 질량대비 14, 17, 20배 가수를 하였을 경우 eleutheroside B와 E의 추출 함량을 비교 분석하였다(Table 1). 토종오가피 줄기 분말

**Table 1.** The contents of eleutheroside B and E from different ratios of stem powder in water solutions

Ratio (volume of water (mL) / weight of powder (g))		Eleutherosides (mg/g)	
		Eleutheroside B	Eleutheroside E
14	<i>Acanthopanax sessiliflorus</i>	0.533 $\pm$ 0.064 <sup>a1)</sup>	0.805 $\pm$ 0.211 <sup>a</sup>
	<i>Eleutherococcus senticosus</i>	0.464 $\pm$ 0.047 <sup>A</sup>	0.887 $\pm$ 0.081 <sup>A</sup>
17	<i>Acanthopanax sessiliflorus</i>	0.385 $\pm$ 0.010 <sup>b</sup>	0.633 $\pm$ 0.013 <sup>b</sup>
	<i>Eleutherococcus senticosus</i>	0.392 $\pm$ 0.005 <sup>A</sup>	0.885 $\pm$ 0.012 <sup>A</sup>
20	<i>Acanthopanax sessiliflorus</i>	0.370 $\pm$ 0.008 <sup>b</sup>	0.576 $\pm$ 0.007 <sup>c</sup>
	<i>Eleutherococcus senticosus</i>	0.435 $\pm$ 0.015 <sup>A</sup>	0.738 $\pm$ 0.015 <sup>A</sup>

<sup>1)</sup>Values 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 range test.

용액의 eleutheroside B와 E의 함량을 비교하였을 때 14배, 17배, 20배 순으로 추출됨을 확인하였다. 가시오가피 줄기 분말의 eleutheroside B와 E의 함량을 비교하였을 때 eleutheroside B는 14배, 20배, 17배 순으로 추출되었고, eleutheroside E는 14배, 17배, 20배 순으로 추출되었다. 이 결과를 바탕으로 본 실험에서는 유효성분의 추출 함량을 증대시키고 원활한 공정적용을 위해 두 물질의 추출량이 모두 유의적으로 높고 부피가 상대적으로 작아 공정수행에 유리한 14배 가수를 기준으로 일괄 적용하여 이후 실험을 진행하였다.

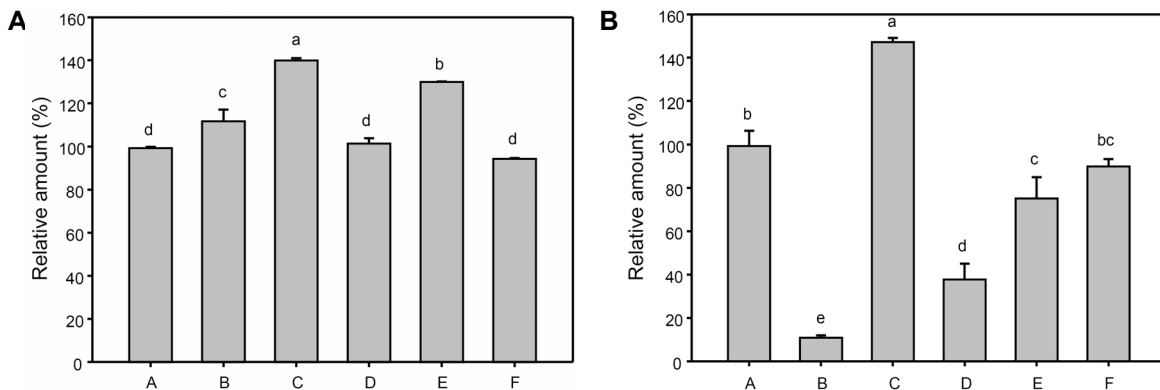
**추출 전 효소처리에 따른 eleutheroside B 및 E의 함량 분석 및 최적효소 선정**

유효성분의 추출수율 증대를 위한 가수분해 효소들의 효과를 확인하고자 오가피의 목질 부위에 작용이 가능한 효소들을 50°C에서 5시간 동안 처리 후 용출된 eleutherosides의 함량을 HPLC로 분석하였다. 그 결과 토종오가피와 가시오가피의 줄기 분말로부터 용출된 eleutheroside B와 E의 함량을 분석하였다(Fig. 1, Fig. 2). 토종오가피 줄기 분말에서 eleutheroside B의 용출량을 동일 조건의 효소 무처리군

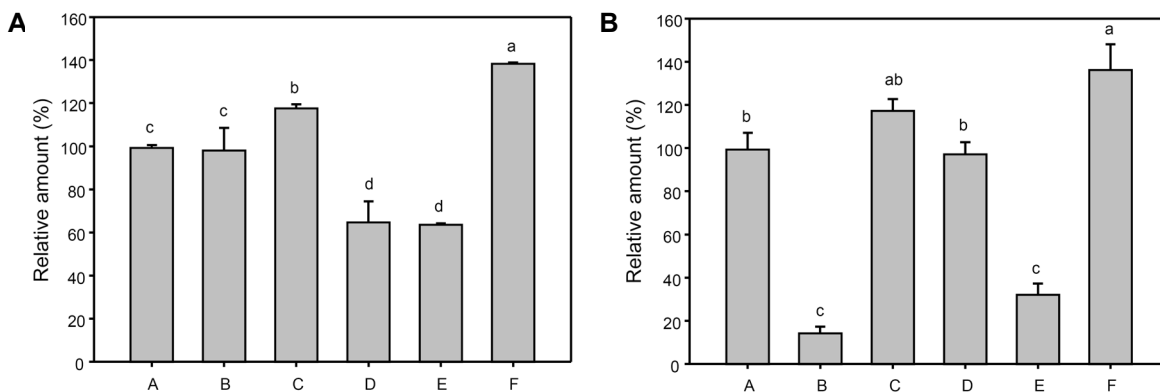
(대조구)과 비교하였을 때 유의적인 증가를 하는 효소로는 Celluclast, Viscozyme L, Lecitase가 있었으며, 이 중 Celluclast로 효소처리 하였을 때 약 12%, Viscozyme L로 효소처리 하였을 때 약 41%, Lecitase로 효소처리 하였을 때 약 31%가 유의적으로 증가하였다(Fig. 1A). Eleutheroside E의 경우 용출량을 대조구와 비교하였을 때 유의적인 증가를 하는 효소로는 Viscozyme L이 있었으며, 약 48%가 유의적으로 증가하였다(Fig. 1B).

가시오가피 줄기 분말에서 eleutheroside B의 용출량을 대조구와 비교하였을 때 유의적인 증가를 하는 효소는 Viscozyme L, Novozyme 33095였다(Fig. 2). Viscozyme L로 효소처리 하였을 경우 eleutheroside B의 용출량이 약 18%, Novozyme 33095로 효소처리 하였을 경우 용출 함량이 약 39%가 유의적으로 증가하였다(Fig. 2A). Eleutheroside E의 용출량을 대조구와 비교하였을 때 유의적인 증가를 하는 효소는 Viscozyme L, Novozyme 33095이며, Viscozyme L로 효소처리 하였을 경우 eleutheroside E의 용출량이 약 18%, Novozyme 33095로 효소처리 하였을 경우 용출 함량이 약 37%가 유의적으로 증가하였다(Fig. 2B).

흥미롭게도 일부 효소는 반응 시 eleutheroside E의 용출



**Fig. 1.** Comparison of relative amounts of eleutheroside B (A) and eleutheroside E (B) from *A. sessiliflorus* after various enzymes treatments. A, Control (without enzyme); B, Celluclast; C, Viscozyme L; D, Lactozyme; E, Lecitase; F, Novozyme 33095. Means with different letters (a-e) above the bars are significantly different at  $P<0.05$  according to Duncan's multiple range test.



**Fig. 2.** Comparison of relative amounts of eleutheroside B (A) and eleutheroside E (B) from *E. senticosus* after various enzymes treatments. A, Control (without enzyme); B, Celluclast; C, Viscozyme L; D, Lactozyme; E, Lecitase; F, Novozyme 33095. Means with different letters (a-d) above the bars are significantly different at  $P<0.05$  according to Duncan's multiple range test.

량을 감소시키는 결과를 보였다. 예를 들어 Celluclast의 경우  $\beta$ -1,4-glucosidic 결합을 주로 가수분해하는 cellulase의 일종으로 목질의 섬유질을 부분적 가수분해하여 용출수율을 높인다. Lee 등(26)의 연구에서는 배에 Celluclast를 처리하여 총폴리페놀 함량, 총플라보노이드 함량 등이 증가함을 보고한 바 있다. 하지만 본 연구에서는 Celluclast가 배당체인 eleutheroside E의  $\beta$ -glycosidic linkage에 작용하여 가수분해함으로써 용출량을 감소시키는 것으로 판단된다. 또한 Lactozyme의 경우도 이와 유사한 원리로 배당체인 eleutheroside E를 가수분해하여 용출량을 감소시키는 것으로 생각한다.

Novozyme 33095는 식물 세포벽을 분해하는 pectinase의 일종으로 일반적으로 과일주스의 청징공정에 적용된다. 오가피에 Novozyme 33095를 처리하였을 경우 eleutheroside E의 용출량이 많아졌는데, 이는 효소가 오가피 세포벽을 부분적으로 가수분해하여 유효성분의 용출에 더욱 용이하게 작용한 것으로 판단된다. 또한 Viscozyme L은 arabanase, cellulase,  $\beta$ -glucanase, hemicellulase, xy-lanase가 함유된 효소로 식물 세포벽의 pectin 결합을 부분적으로 가수분해하며, 식물로부터 추출된 물질의 점착성을 감소시켜 유효성분이 물에 효과적으로 용출되게 하는 것으로 판단된다. Park과 Kim(27)은 사과껍질에 Viscozyme L과 Pectinex를 처리하여 폴리페놀의 성분을 증대시킨 결과를 보고한 바 있으며, 이와 유사하게 적포도주에서도 Viscozyme L과 Pectinex를 이용하여 총 페놀성분의 추출능을 증대시킨 연구가 보고되었다(28). 위의 결과를 바탕으로 본

연구에서는 토종오가피와 가시오가피의 유효성분 용출량 증대에 효과적인 효소로 Novozyme 33095, Viscozyme L을 선정하여 이후 실험을 진행하였다.

### 추출 전 효소 최적 반응시간 선정 및 eleutheroside B 및 E의 함량 분석

효과적인 효소처리 시간을 확립하기 위하여 가시오가피의 줄기 분말에 Viscozyme L, Novozyme 33095를 시간대별로 반응시킨 후, eleutheroside B와 E의 용출량을 분석하였다(Table 2). 시간이 지남에 따라 효소별로 유효성분의 용출량이 점진적으로 증가하였으나, 두 효소 모두 3시간 반응 이후에는 증가폭이 유의적이지 않거나 용출량이 감소하는 경향을 보이기도 하였다. 흥미롭게도 일부 효소처리구는 열수추출을 하지 않은 전처리 상태임에도 불구하고 121°C에서 2시간 동안 추출한 대조구에 비해 용출량이 많거나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 토종오가피 줄기 분말의 eleutheroside B의 용출량은 Novozyme 33095, Viscozyme L로 처리하였을 경우 오가피 줄기 분말 질량대비 14배 가수하여 121°C에서 2시간 동안 추출한 대조구 대비 유의적으로 높지 않았다. 하지만 eleutheroside E의 용출량은 Novozyme 33095로 처리하였을 경우 5시간 반응에서 대조구 대비 약 9%로 가장 많이 증가하였고, Viscozyme L로 처리하였을 경우 1시간 반응에서 약 4% 증가함을 확인하였다.

가시오가피 줄기 분말 용액의 eleutheroside B의 용출량은 Viscozyme L로 처리하였을 경우 3시간 반응에서 대조구 대비 약 14%가 가장 많이 증가하였고, Novozyme 33095

**Table 2.** Time course analysis of eleutheroside B and E contents during Viscozyme L and Novozyme 33095 reactions

		Eleutherosides (mg/g)	
		Eleutheroside B	Eleutheroside E
Extraction without enzyme (121°C, 2 h)	<i>A. sessiliflorus</i>	0.533±0.064 <sup>a1)</sup>	0.805±0.211 <sup>ab</sup>
	<i>E. senticosus</i>	0.464±0.047 <sup>AB</sup>	0.887±0.081 <sup>C</sup>
Elution using Viscozyme L	0.5 h	<i>A. sessiliflorus</i>	0.356±0.154 <sup>c</sup>
		<i>E. senticosus</i>	0.471±0.030 <sup>AB</sup>
	1 h	<i>A. sessiliflorus</i>	0.499±0.015 <sup>abc</sup>
		<i>E. senticosus</i>	0.425±0.016 <sup>BC</sup>
	3 h	<i>A. sessiliflorus</i>	0.400±0.087 <sup>bc</sup>
		<i>E. senticosus</i>	0.527±0.024 <sup>A</sup>
	5 h	<i>A. sessiliflorus</i>	0.453±0.013 <sup>abc</sup>
		<i>E. senticosus</i>	0.497±0.020 <sup>AB</sup>
Elution using Novozyme 33095	0.5 h	<i>A. sessiliflorus</i>	0.485±0.011 <sup>ab</sup>
		<i>E. senticosus</i>	0.327±0.009 <sup>D</sup>
	1 h	<i>A. sessiliflorus</i>	0.524±0.014 <sup>a</sup>
		<i>E. senticosus</i>	0.390±0.039 <sup>CD</sup>
	3 h	<i>A. sessiliflorus</i>	0.524±0.033 <sup>a</sup>
		<i>E. senticosus</i>	0.480±0.035 <sup>AB</sup>
	5 h	<i>A. sessiliflorus</i>	0.521±0.023 <sup>a</sup>
		<i>E. senticosus</i>	0.441±0.035 <sup>BC</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±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 range test.

**Table 3.** The eleutheroside B and E contents of *A. sessiliflorus* and *E. senticosus* extracts in various extraction conditions

		Eleutherosides (mg/g)	
		Eleutheroside B	Eleutheroside E
Extraction without enzyme (121°C, 2 h)	<i>A. sessiliflorus</i>	0.533±0.064 <sup>a1)</sup>	0.805±0.211 <sup>c</sup>
	<i>E. senticosus</i>	0.464±0.047 <sup>B</sup>	0.887±0.081 <sup>B</sup>
Water extraction	70°C, 30 min	<i>A. sessiliflorus</i>	0.513±0.001 <sup>a</sup>
		<i>E. senticosus</i>	0.516±0.003 <sup>AB</sup>
	121°C, 15 min	<i>A. sessiliflorus</i>	0.571±0.001 <sup>a</sup>
		<i>E. senticosus</i>	0.582±0.003 <sup>A</sup>
			0.907±0.007 <sup>b</sup>
			1.114±0.010 <sup>A</sup>
			0.944±0.003 <sup>a</sup>
			1.142±0.003 <sup>A</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±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 range test.

로 처리하였을 경우 그 변화가 미미하였다. Eleutheroside E의 용출량은 Viscozyme L로 처리하였을 경우 0.5시간 반응에서 대조구 대비 약 20%로 가장 많이 증가하였다. Novozyme 33095로 처리하였을 경우 전반적으로 증가하였고 3시간 반응에서 약 26%로 가장 많이 증가함을 확인하였다. 위의 결과를 종합하여 본 연구에서는 Novozyme 33095를 최적효소로 선정하고 3시간 동안 처리하는 것을 최적 반응 시간으로 확립하여 이후 실험을 진행하였다.

#### 추출조건 결정 및 이에 따른 eleutheroside B 및 E의 함량 분석

효소처리 후 토종오가피와 가시오가피의 줄기 분말 용액의 효과적인 열수추출 방법을 찾고자 저온추출과 고온추출을 각각 수행하였다. 토종오가피와 가시오가피의 줄기 분말 용액을 최종적으로 추출하였을 때 eleutheroside B와 E의 추출 함량은 Table 3과 같다. Novozyme 33095로 처리한 후 토종오가피 줄기 분말 용액을 70°C에서 30분, 121°C에서 15분 동안 추출하였을 때 eleutheroside B의 추출 함량은 오가피 질량대비 14배 가수하여 121°C에서 2시간 동안 추출한 기존 열수추출 공정 대비 121°C에서 15분 동안 추출하였을 경우 약 7%가 증가하였다. Eleutheroside E의 추출 함량은 기존 열수추출 공정 대비 121°C에서 15분 동안 추출하였을 경우 약 17%로 가장 많이 증가함을 확인하였다.

가시오가피의 경우 효소처리 후 줄기 분말 용액을 70°C에서 30분, 121°C에서 15분 동안 추출하였을 때 eleutheroside B의 추출 함량은 기존 열수추출 공정 대비 유의적으로 증가하고, 121°C에서 15분 동안 추출하였을 때 약 25%로 가장 높게 증가함을 확인하였다. Eleutheroside E의 추출 함량은 기존 열수추출 공정 대비 121°C에서 15분 동안 추출하였을 경우 약 29%로 가장 많이 증가하였다.

Hwang(29)의 연구에 따르면 추출 온도가 높아질수록 eleutheroside B와 E의 추출 함량이 증가하는 경향이 있다. 또한 추출시간이 길어질수록 eleutheroside E의 추출 함량이 일정 시간 이후 감소하는 경향이 있다고 보고되었는데, 이는 eleutheroside E의 분자가 고온의 추출용매에서 구조적으로 변형되어 성분이 감소하는 현상이라 보인다(30). 본 연구에서도 이와 유사하게 고온, 고압의 조건에서 단시간

추출한 경우 상대적으로 효과적인 결과를 보였다. 또한 121°C에서 15분 동안 추출은 추출액의 살균공정을 겸할 수 있으므로 효율적이며, 이미 처리된 효소의 실활을 유도하여 추출 후 효소에 의해 발생할 수 있는 추출물의 성분 변화를 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

#### 요 약

본 연구에서는 효소적 생물전환을 이용하여 오가피의 생리 활성 물질인 eleutheroside B와 E의 추출 함량을 증대시키는 방안을 모색하였다. 효율적인 열수추출 공정을 위해 줄기 분말에 질량대비 가수를 한 결과 14배 가수를 선정하였다. 이후 줄기 분말에 다양한 가수분해 효소를 이용하여 처리한 결과 유효성분의 용출량을 증가시키는 효소로 Novozyme 33095, Viscozyme L을 선정하였다. 효소처리 시간별로 유효성분의 용출량을 비교한 결과 eleutheroside B와 E의 용출량은 가시오가피 줄기에 Novozyme 33095로 3시간 처리하였을 경우 eleutheroside B의 용출량이 대조구 대비 약 13%가 증가하였고, eleutheroside E의 용출량은 대조구 대비 약 26%로 가장 많이 증가하였다. 효소처리 후 토종오가피와 가시오가피의 줄기의 효과적인 열수추출 조건을 확인해 본 결과 토종오가피를 121°C에서 15분 동안 추출하였을 때 eleutheroside B의 추출 함량은 기존 열수추출 공정대비 약 7%가 증가하였고, eleutheroside E의 추출 함량은 약 17%가 유의적으로 증가하였다. 가시오가피 줄기를 121°C에서 15분 동안 추출하였을 때 eleutheroside B의 추출 함량은 기존 열수추출 공정대비 약 25%가 유의적으로 증가하였고, eleutheroside E의 추출 함량은 약 29%가 유의적으로 증가하였다.

#### 감사의 글

본 연구는 2014년 지역특화산업육성산업(과제번호: R0003085)의 일환으로 수행된 것으로 연구비를 지원하여 주신 한국산업기술진흥원과 한림대학교 LINC사업, YMC KOREA 기술지원에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Lee YS, Jung SH, Lim SS, Ji J, Lee SH, Shin KH. 2001. Effects of the water extract from the stem bark of *Acanthopanax senticosus* on hyperlipidemia in rats. *Korean J Pharmacogn* 32: 103-107.
- Kim YH, Bae DB, Park SO, Lee SJ, Cho OH, Lee OH. 2013. Method validation for the determination of eleutherosides and  $\beta$ -glucan in *Acanthopanax koreanum*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1419-1425.
- Ko SK, Kim JS, Choi YE, Lee SJ, Park KS, Chung SH. 2002. Anti-diabetic effects of mixed water extract from ginseng radix rubra, acanthopanax cortex, and cordyceps. *Korean J Pharmacogn* 33: 337-342.
- Ryu HS. 2015. Enhancing effect of *Acanthopanax senticosus* extracts on mouse spleen and macrophage cells activation. *Korean J Food & Nutr* 28: 253-257.
- Im K, Kim M, Jung TK, Yoon KS. 2008. Antioxidant activity of partially purified extracts isolated from *Acanthopanax sessiliflorum* Seeman. *Korean J Biotechnol Bioeng* 23: 329-334.
- Kim DB, Shin GH, Lee JS, Lee OH, Park IJ, Cho JH. 2014. Antioxidant and nitrite scavenging activities of *Acanthopanax senticosus* extract fermented with different mushroom mycelia. *Korean J Food Sci Technol* 46: 205-212.
- Zhang XD, Liu XQ, Kim YH, Whang WK. 2014. Chemical constituents and their acetyl cholinesterase inhibitory and antioxidant activities from leaves of *Acanthopanax henryi*: potential complementary source against Alzheimer's disease. *Arch Pharm Res* 37: 606-616.
- Jung HJ, Park HJ, Kim RG, Shin KM, Ha J, Choi JW, Kim HJ, Lee YS, Lee KT. 2003. *In vivo* anti-inflammatory and antinociceptive effects of liriiodendrin isolated from the stem bark of *Acanthopanax senticosus*. *Planta Med* 69: 610-616.
- Sung MS, Jung HY, Choi JH, Lee SC, Choi BH, Park SS. 2014. Preparation of functional healthy drinks by *Acanthopanax senticosus* extracts. *J Life Sci* 24: 959-966.
- Umeyama A, Shoji N, Takei M, Endo K, Arihara S. 1992. Ciwujianosides D<sub>1</sub> and C<sub>1</sub>: powerful inhibitors of histamine release induced by anti-immunoglobulin E from rat peritoneal mast cells. *J Pharm Sci* 81: 661-662.
- Szotomicki S, Samochowiec L, Wójcicki J, Drożdżik M. 2000. The influence of active components of *Eleutherococcus senticosus* on cellular defence and physical fitness in man. *Phytother Res* 14: 30-35.
- Choi JM, Ahn JB. 2012. Functional properties of 50% methanol extracts from different parts of *Acanthopanax sessiliflorum*. *Korean J Food Sci Technol* 44: 373-377.
- Kim YH, Cho ML, Kim DB, Shin GH, Lee JH, Lee JS, Park SO, Lee SJ, Shin HM, Lee OH. 2015. The antioxidant activity and their major antioxidant compounds from *Acanthopanax senticosus* and *A. koreanum*. *Molecules* 20: 13281-13295.
- Choi HS, Kim YH, Han JH, Park SH. 2008. Effects of *Eleutherococcus senticosus* and several oriental medicinal herbs extracts on serum lipid concentrations. *Korean J Food & Nutr* 21: 210-217.
- 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.
- Jin ML, Park SY, Kim YH, Park G, Lee SJ. 2013. *Acanthopanax senticosus* exerts neuroprotective effects through HO-1 signaling in hippocampal and microglial cells. *Environ Toxicol Pharmacol* 35: 335-346.
- Heinemann T, Axtmann G, Von Bergmann K. 1993. Comparison of intestinal absorption of cholesterol with different plant sterols in man. *Eur J Clin Invest* 23: 827-831.
- Hirata F, Fujita K, Ishikura Y, Hosoda K, Ishikawa T, Nakamura H. 1996. Hypocholesterolemic effect of sesame lignan in humans. *Atherosclerosis* 122: 135-136.
- Heo SJ, Ahn HY, Kang MJ, Lee JH, Cha JY, Cho YS. 2011. Antioxidative activity and chemical characteristics of leaves, roots, stems and fruits extracts from *Acanthopanax senticosus*. *J Life Sci* 21: 1052-1059.
- Brekhman II, Dardymov IV. 1969. Pharmacological investigation of glycosides from *Ginseng* and *Eleutherococcus*. *Lloydia* 32: 46-51.
- Choi YH, Kim J. 2002. Quantitative analysis of eleutherosides B and E using HPLC-ESI/MS. *Korean J Pharmacogn* 33: 88-91.
- Brekhman II, Dardymov IV. 1969. New substances of plant origin which increase nonspecific resistance. *Annu Rev Pharmacol* 9: 419-430.
- Hahn DR, Kim CJ, Kim JH. 1985. A study on the chemical constituents of *Acanthopanax koreanum* Nakai and its pharmacobiological activities. *Yakhak Hoeji* 29: 357-361.
- Kim HJ, McLean D, Pyee J, Kim J, Park H. 2014. Extract from *Acanthopanax senticosus* prevents LPS-induced monocytic cell adhesion via suppression of LFA-1 and Mac-1. *Can J Physiol Pharmacol* 92: 278-284.
- Kim YH, Bae DB, Lee JS, Park SO, Lee SJ, Cho OH, Lee OH. 2013. Determination of eleutherosides and  $\beta$ -glucan content from different parts and cultivating areas of *A. senticosus* and *A. koreanum*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 2082-2087.
- Lee PH, Park SY, Jang TH, Yim SH, Nam SH, In MJ, Kim DC, Chae HJ. 2014. Effects of complex carbohydrase treatment on physiological activities of pear peel and core. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 404-410.
- Park MK, Kim CH. 2009. Extraction of polyphenols from apple peel using cellulase and pectinase and estimation of antioxidant activity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 535-540.
- Lee JY, Chae SK. 2010. Studies on the changes in the extraction of phenolics and color characteristics by the enzyme treatment of red grape (Muscat Bailey A) wine during fermentation. *Korean J Food & Nutr* 23: 324-331.
- Hwang JT. 2006. Effect of heating condition on eleutheroside B, E content in hydrothermal extract of *Eleutherococcus* stem bark. *MS Thesis*. Korea University, Seoul, Korea.
- Choi JM. 2010. Development of functional food materials from domestic *Acanthopanax sessiliflorum*. *MS Thesis*. Chungbuk National University, Cheongju, Korea.