pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 40, No. 1, pp. 53~67 (2025)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2025.40.1.53

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

지역에 따른 수확 시기별 가시오가피 줄기의 성분 및 항산화 활성 변화 연구

양정모 · 박성환 · 최예은 · 정채원 · 조현덕 · 조주현*
(주)하람 중앙연구소

Study on Changes in Components and Antioxidant Activity of the Stems of *Eleutherococcus senticosus* According to Harvest Time and Region

Jung-Mo Yang, Sung-Hwan Park, Ye-Eun Choi, Chae-Won Jeong, Hyeon-Deok Jo, Ju-Hyun Cho*
Haram Central Research Institute, Cheongju, Korea

(Received December 9, 2024/Revised December 31, 2024/Accepted January 7, 2025)

ABSTRACT - In this study, we analyzed the amino and fatty acid characteristics of *Eleutherococcus senticosus* stem extracts from different regions (Gangwon Agricultural Technology Center, Cheorwon, Samcheok, and Taebaek) at various harvest times. The total polyphenols, total flavonoids, and antioxidant activity were also measured. The major amino acid was glutamic acid, and the total amino acid content was highest in the January Samcheok hot water extract at 6.16±0.31 g/100 g. The major fatty acids were palmitic and linoleic acids, and the total fatty acid content was the highest in the July Cheorwon 70% ethanol extract at 74.51±3.73 mg/g. The polyphenol content was highest in the July Taebaek hot water extract at 154.18±1.64 mg GAE/g, whereas the total flavonoid content was highest in the July Taebaek 70% ethanol extract at 318.73±15.65 mg QE/g. Antioxidant activity of hot water extract and 70% ethanol extract was measured using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity, 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical scavenging activity, and ferric reducing antioxidant power. Antioxidant activities were higher in the July extract samples than in the January extracts. These results provide valuable data for the development of functional food materials based on appropriate harvest times and regions for *E. senticosus* stems.

Key words: *Eleutherococcus senticosus,* Stem, Amino acids, Fatty acids, Antioxidant activity

인체 내 활성산소는 미토콘드리아가 에너지를 만드는 과정 중 생기게 되며, 활성이 높은 활성산소가 체내에 증가하면 산화적 스트레스로 작용하게 되어 세포 내 산소 라디칼 수준을 상승시키고 DNA, 단백질 손상 등을 야기시킨다[1-3]. 그로 인해 암, 천식, 고혈압, 알러지 등 해로운 영향을 끼치게 된다[4-8]. 인체는 세포 내에서 활성산소를 제거하기 위해 superoxide dismutase, catalase, glutathione reductase 등 다양한 항산화 효소를 생성하여 세포와 조직의 손상을 지연시키려 한다[9]. 하지만 생리적 산화 스트레스뿐만 아니라 자외선과 방사선 같은 광산화 스트레스를 포함하여 다양한 스트레스에 노출이 되기 때문에 효과적인 항산화제의 필요성이 높아지고 있고[10,11], 이러한 활성산소를 제거할 수 있는 항산화 성분들은 가공식품과 건강기능식품 등의 연구개발을 통하여 활발히 진행되고 있다. 관련된 연구로 자연유래 항산화제를 개발하여 식이를 통해 섭취하거나 외용제로 피부표면에 적용하는 방법과 체내에서 reactive oxygen species (ROS) 레벨을 관여하는 효소의 활성을 조절하는 방법이 있으며, ascorbic acid나 β-carotene, glutathione, catechin 등의 비효소적 요소를 통한 항산화 및 항노화 연구도 활발히 이루어 지고 있다[12]. 대표적으로 사용되는 합성항산화제인 butylated hydroxy anisole 또는 butyl hydroxy toluene 등은 안전성과 독성에 문제가 있어 현재는 법적으로 사용량이 규제되어 있다. 따라서, 폴리페놀(polyphenol), 플라보노이드(flavonoid) 및 카로티노이드(carotenoid) 등의 천연물 유래의 안전하고 항산화 효과가 높은 항산화제 개발에 관한 연구의 필요성이 강조되고 있다[13-15].

예전부터 한방 약재로 사용된 가시오가피(*Eleutherococcus*

*Correspondence to: Ju-Hyun Cho, Haram Central Research Institute, Cheongju 28160, Korea
Tel: +82-10-8840-7972, Fax: +82-43-838-7235
E-mail: dusvnd608@hanmail.net

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal 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.

senticos)는 현재까지 다양한 약리학적, 생리학적으로 많은 연구가 진행되고 있으며[16], 대표적인 가시오가피 줄기의 효능으로는 강장작용[17], 항염증 작용[18], 면역증강 작용[19], 도파민 조절[20], 항 파킨슨병[21], 강정, 진정에 도움을 주는 것으로 알려져 있다[22]. 가시오가피 줄기의 대표적인 주요성분으로 eleutheroside E 과 acanthoside D가 존재하며[23], 이외에도 테르페노이드, 페닐프로파노이드, 플라보노이드, 유기산과 같은 다양한 폴리페놀성 화합물을 함유하고 있어 기능성 표시식품 및 건강기능식품 분야에 풍부한 잠재력을 가지고 있다[24]. 또한 Sung 등[25]과 Im 등[26]의 연구에 따르면 식물의 유효성분 함량은 수확시기에 따라 변할 수 있으며, 가시오가피의 경우 지역에 따라 지표 물질인 eleutheroside B, E의 함량 차이가 나는 것으로 보인다[27]. 국내 자생하는 가시오가피 연구 중 시기별, 지역별 가시오가피에 대해 기본 성분분석 및 항산화 효과에 관한 연구는 부족한 실정으로, 기능성 표시식품 및 건강기능식품 등의 소재로 활용되기 위해서는 가시오가피 줄기를 시기별과 지역별로 구분하여 주요성분 및 항산화 활성 차이를 확인할 필요가 있을 것으로 보인다. 특히 강원특별자치도 농업기술원과 협의하여 진행하였으며, 농업기술원을 포함하여 대량 재배되고 있는 철원, 삼척, 태백지역 등 4개 지역에서 생산된 가시오가피 가지를 1월과 7월에 수확하여 본 연구를 수행하였다. 또한 식품 가공 연구에서 대표적인 추출방법 중 하나인 열수 추출과 에탄올 추출방법을 적용하여[28], 가시오가피 줄기 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물에 함유한 아미노산과 지방산을 분석하여 함량과 조성 차이를 확인하였으며, 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량과 항산화 활성의 변화를 측정하여 기능성 소재로써 활용 가능성을 확인하였다.

Materials and Methods

추출물 제조

가시오가피 줄기를 2023년 1월과 7월에 강원특별자치도의 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 수확하였고, 60°C에서 24시간 동안 열풍 건조시켜 추출에 사용하였다. 열수 추출물은 건조물 중량 대비 30배의 증류수를 넣고 추출기(HD-A110, Habdong, Anyang, Korea)로 120°C에서 4시간 동안 추출하였고, 70% 에탄올 추출물은 건조물 중량 대비 30배의 70% 에탄올을 넣어 95°C에서 4시간 동안 환류 추출하였다. 이후 추출물을 여과(45 μm, Chunghye, Seoul, Korea)하였으며 여액을 감압농축(N-1300, Eyela, Tokyo, Japan)하였고 동결건조(7751041, Labconco, Kansas, MO, USA)하여 가시오가피 줄기 열수 추출물 및 70% 에탄올 추출물을 제조하였다.

표준품 및 시약

아미노산 분석에 사용된 amino acid standard solution, triethylamine (TEA), phenyl isothiocyanate (PITC), phosphoric acid는 Sigma-Aldrich (St Louis, MO, USA)로부터 구입하였고, acetonitrile, methanol, water는 Thermo Fisher Scientific (Waltham, MA, USA)으로부터 구입하였으며, sodium acetate, 6N-hydrochloric acid는 Daejung Chemicals & Metals (Siheung, Korea)로부터 구입하였다. 지방산 분석에 사용된 FAMEs mix C8-C24 standard는 Supelco (St Louis, MO, USA)로부터 구입하였고, glyceryl triundecanoate, methyl undecanoate, 14% BF3-methnaol은 Sigma-Aldrich로부터 구입하였으며, sodium sulfate, methanol, water는 Thermo Fisher Scientific으로부터 구입하였다. Chloroform, isooctane은 Samchun Pure Chemical (Pyeongtaek, Korea)로부터 구입하였다. 총 플라보노이드 함량, 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성 측정에 사용된 sodiumnitrite, aluminium chloride, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS)는 Tokyo Chemical Industry (Tokyo, Japan)에서 구입하였고, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)와 trolox는 Thermo Fisher Scientific로부터 구입하였으며, Folin-Ciocalteu는 Junsei Chemical (Tokyo, Japan)에서 구입하여 사용하였다. Sodium hydroxide, sodium carbonate anhydrous, potassium persulfate, 2,4,6-tripyridyl-s-triazine (TPTZ), iron(III) chloride, quercetin, gallic acid, ascorbic acid는 Sigma-Aldrich에서 구입하였으며, 그 외 시약은 1급 이상을 사용하였다.

아미노산 분석

아미노산 분석을 위해 Yang 등[29]의 방법에 참고하여 가시오가피 줄기 추출물을 가수분해 후 유도체화하여 Waters alliance e2695 high performance liquid chromatography (HPLC)와 Waters 2998 Photodiode Array Detector (Waters Co., Milford, MA, USA)로 측정하였다. 추출물 200 mg에 6 N HCl 5 mL를 가하여 heating block (LHB_S, Huvetec, Namyangju, Korea)에서 105°C로 24시간 동안 가수분해하였고, 가수분해된 추출물과 아미노산 표준용액을 진공건조(FD8508, iIShinBioBase, Dongducheon, Korea)하였다. 이어 재건조 시약(methanol:water:TEA (2:2:1, v/v))을 첨가하여 건조하였고, 여기에 유도체 시약(methanol:water:TEA:PITC (7:1:1:1, v/v))을 첨가하여 20분간 반응시킨 뒤 건조하였다. 건조된 추출물에 이동상 A 용매로 희석 후 시험용액으로 사용하였다. 분석조건은 Table 1에 나타내었고, 함량(g/100 g)은 측정된 추출물의 peak area, 아미노산 표준용액의 농도(μmole/mL), 분자량을 각각 곱한 후 아미노산 표준용액의 peak area로 나누어 계산하였다.

지방산 분석

지방산 분석을 위해 Jeong 등[30]의 방법에 따라 조지방을

Table 1. HPLC analysis conditions for the analysis of amino acids

Parameters	Conditions		
Wavelength	254 nm		
Column	Kromasil C18 (4.6 mm×250 mm, 5.0 μm, Nouryon, Sweden), 45°C		
Mobile phase	A: Water (sodium acetate 20 g, triethylamine 0.6 mL) : acetonitrile=94:6 (pH 6.4, phosphoric acid) B: 60% acetonitrile		
	Time (min)	A (%)	B (%)
	0.0	100.0	0.0
	14.0	70.0	30.0
	25.0	0.0	100.0
	26.0	0.0	100.0
	28.0	100.0	100.0
	32.0	100.0	100.0
Flow rate	1 mL/min		
Injection volume	20 μL		

Table 2. GC-FID analysis conditions for the analysis of fatty acids

Parameters	Conditions		
Column	DB-Wax (30 m×0.250 mm, 0.25 μm, Agilent, Santa Clara, USA)		
Injector temperature	250°C		
Detector temperature	280°C		
Flow rate	1 mL/min		
Carrier gas	He		
Split ratio	40:1		
Injection volume	1 μL		
Oven temperature	Rate (°C/min)	Temp	Hold time (min)
	0.0	130.0	3.0
	20.0	230.0	0.0
	3.0	250.0	10.0
	Post run	250.0	

추출 후 methylation시켜 gas chromatography–flame ionization detector (GC–FID, Nexis GC–2030, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 측정하였다. 추출물 0.5 g에 chloroform:methanol (2:1, v/v)을 가하여 2시간 동안 초음파 추출(POWER SONIC 505, Hwashintech, Daegu, Korea)을 하였고, 감압 농축시켜 조지방을 얻었다. 조지방 시료에 triundecanoin (1,000 μg/mL) 1 mL와 0.5 N methanolic sodium hydroxide 5 mL을 각각 넣어 혼합 후 100°C에서 5분간 가온하였고, 14% BF_3-methanol 2 mL를 넣어 100°C에서 30분간 가온하였으며, 30°C에서 냉각하였다. 이후 isooctane 1 mL와 포화 sodium chloride 5 mL를 첨가하고, 혼합하여 20분간 방치하였으며, isooctane 층을 sodium sulfate로 탈수시켜 시험용액을 제조하였다. 지방산 표준용액은 FAMEs mix C8-C24 standard와 methyl undecanoate를 1 mg/mL 농도로 isooctane에 각각 녹여 제조하였고, 1:1로 혼합하여 표준용액으로 사용하였다[31]. 분석조건은 Table 2에 나타내었고, 측정된 결과는 지방산 표준용액 크로마토그램과 머무름시간(retention time)을 비교 후 확인하였으며, 지방산 함량(mg/g)은 각 지방산의 methyl ester의 결과이므로 FID 전환계수(FID conversion factor, Ri)를 이용하여 산출 후 계산하였다.

총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin 등[32]의 방법을 참고하여 측정하였다. 추출물 200 μL에 증류수 510 μL와 Folin-Ciocalteu 40 μL를 혼합하여 6분간 상온에서 반응시킨 후 7% (w/v) sodium carbonate anhydrous용액을 250 μL를 첨가하였다. 이후 상온에서 90분 동안 반응시키고, microplate reader (Epoch, BioTek, USA)로 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 함량은 gallic acid을 통해 mg gallic acid equivalent (GAE)/g으로 표시하였다.

총 플라보노이드 측정

총 플라보노이드 함량은 Zhishen 등[33]의 방법을 참고하여 측정하였다. 추출물 100 μL에 증류수 400 μL, 5% sodium nitrite 30 μL를 첨가하고 5분 동안 상온 반응시켰으며, 이후 10% aluminium chloride 30 μL을 더하여 6분 동안 상온 반응시켰다. 1 M sodium hydroxide 200 μL로 반응을 종료시켰으며, 증류수 240 μL를 추가하였다. Microplate reader로 510 nm에서 흡광도를 측정하였고, 함량은 quercetin을 통해 mg quercetin equivalent (QE)/g으로 표시하였다.

DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능측정은 Kim 등[34]의 방법을 참고하여 측정하였다. DPPH solution은 에탄올로 암실에서 4시간 동안 용해시켜 0.20 mM DPPH stock solution을 제조하였으며, 그 stock solution을 517 nm에서 흡광도 값이 1.0이 되도록 희석하여 DPPH solution을 제조하였다. DPPH solution 900 μL에 추출물 100 μL를 첨가하여 암실에서 10분 동안 반응 후 microplate reader로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. Ascorbic acid을 대조군으로 사용하였으며, DPPH 라디칼 소거능(%)은 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능 (\%)} = \frac{Ac - As}{Ac} \times 100$$

Ac: 공시료의 흡광도, As: 시료의 흡광도

ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS 라디칼 소거능 측정은 Pellegrini 등[35]의 방법을 참고하여 측정하였다. 2.2'-azinobis-3- ethylbenzoiazoline-6-sulfonic acid를 7 mM ABTS 제조 후 2.45 mM potassium persulfate와 2:1 비율로 혼합하였고, 16시간 동안 암실에서 반응시켰으며, 734 nm에서 흡광도 값이 0.7 이 나오도록 에탄올로 희석하여 ABTS solution을 제조하였다. 이후 ABTS solution 1 mL에 추출물 10 μL를 넣고 6분간 반응시켜 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군으로 ascorbic acid을 사용하였으며, ABTS 라디칼 소거능(%)은 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거능 (\%)} = \frac{Ac - As}{Ac} \times 100$$

Ac: 공시료의 흡광도, As: 시료의 흡광도

FRAP 활성 측정

FRAP 활성 측정은 Benzie 등[36]의 방법을 참고하여 측정하였다. Acetate buffer (pH 3.6, 300 mM) 와 TPTZ 20 mM, iron(III) chloride 10 mM을 실험 직전에 10:1:1로 혼합하여 FRAP solution을 제조하였다. 추출물 100 μL에 FRAP solution 900 μL를 6분간 37°C에서 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 항산화 활성은 trolox를 표준곡선으로부터 얻어진 결과를 대입하여 mM trolox equivalent (TE)/mL 로 표시하였다.

통계분석

본 실험에서 결과는 평균과 표준편차로 나타내었고, 통계처리는 SPSS version 27 (IBM, Chicago, IL, USA) 프로그램을 사용하여 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 사후검정은 Duncan's multiple test로 $P<0.05$ 유의수준에서 검정하였다.

Results and Discussion

아미노산 조성 및 함량

지역별 7월 가시오가피 줄기 추출물의 아미노산 조성 결과는 Fig. 1에 나타내었으며, 1월과 7월 가시오가피 줄기 추출물의 아미노산 함량 결과는 Table 3과 4에 나타내었다. 가시오가피 줄기 추출물에서 수확시기 및 지역과 상관없이 17종의 주요 아미노산이 확인됐으며, glutamic acid가 가장 높은 함량을 보였다. 또한, 아미노산의 조성과 함량이 추출 용매인 에탄올 함량에 따라서 차이를 보였는데 아미노산은 대체로 알콜류보다 물에 용해되기 쉬우므로 열수 추출물이 70% 에탄올 추출물보다 높은 결과를 나타내는 것으로 보이며, Park 등[37]의 연구에서 열수, 30% 에탄올, 70% 에탄올로 추출했을 때 총 아미노산 함량이 열수 추출물에서 가장 높고 추출용매에 따라 조성의 차이를 보인다고 하였다. 1월 열수 추출물에서 aspartic acid가 glutamic aicd 다음으로 높은 함량을 보였으며, 70% 에탄올 추출물에서는 arginine으로 확인되었고, 7월에서 강원도 농업기술원의 70% 에탄올 추출물을 제외한 다른 추출물에서 aspartic acid의 함량이 높았으며, 강원도 농업기술원의 70% 에탄올 추출물만 arginine이 glutamic aicd 다음으로 높았다. 1월 열수 추출물의 총 아미노산 함량은 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 5.72±0.29 g/100 g, 5.99±0.30 g/100 g, 6.16±0.31 g/100 g, 5.80±0.29 g/100 g으로 4개 지역 모두 비슷한 함량을 보였고, 70% 에탄올 추출물은 2.17±0.11 g/100 g, 4.20±0.21 g/100 g, 3.47±0.17 g/100 g, 3.57±0.18 g/100 g로 철원지역이 가장 높은 함량을 보였으며, 강원도 농업기술원의 함량이 가장 낮았다($P<0.05$). 7월 열수 추출물은 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 4.41±0.22 g/100 g, 4.52±0.23 g/100 g, 4.72±0.24 g /100 g, 3.94±0.20 g/100 g으로 강원도 농업기술원, 철원, 삼척지역이 비슷한 함량을 보였고, 70% 에탄올 추출물은 3.56±0.18 g/100 g, 3.55±0.18 g/100 g, 3.43±0.17 g/100 g, 2.53±0.13 g/100 g으로 강원도 농업기술원, 철원, 삼척지역은 함량 차이를 보이지 않았으며, 태백지역이 가장 낮았다($P<0.05$). 아미노산 함량은 1월이 7월보다 높은 결과와 조성에 차이를 보이는데, 강원도 4개 지역에서 1월이 7월보다 최고기온이 낮고, 일교차가 크며, 강수량이 적어 계절적인 요인에 의한 아미노산의 조성과 함량에 미치는 영향이 크기 때문으로 보여진다. 또한, 동일한 수확시기의 지역별 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물은 같은 추출조건에서 대체로 비슷한 함량 결과를 보였고, 추출용매에 따라서 아미노산 함량과 조성의 차이를 나타내었으며, 이와 관련된 아미노산 조성과 함량에 영향을 주는 화학적, 환경적인 요인을 포함한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. Jwa 등[38]의 연구에서 섬오가피 줄기를 5월, 7월, 9월 수확하여 총 아미노산 함량을 각각 측정한 결과,

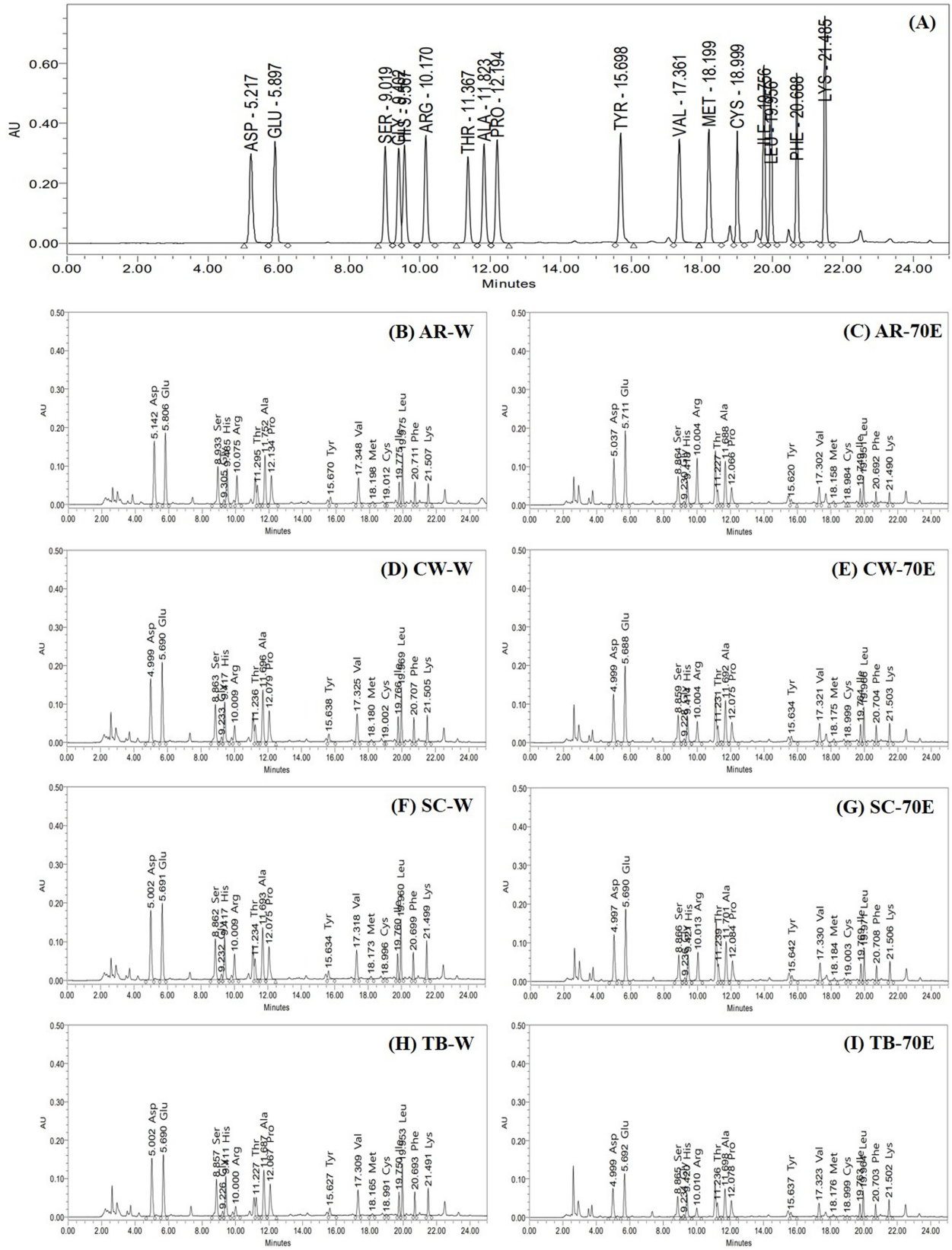

Fig. 1. HPLC chromatograms of amino acid standard and *E. senticosus* stem extracts in July. (A) amino acid standard, (B) AR-W: Agricultural Research and Extension Services hot water extract, (C) AR-70E: Agricultural Research and Extension Services 70% ethanol extract, (D) CW-W : Cheorwon hot water extract, (E) CW-70E: Cheorwon 70% ethanol extract, (F) SC-W: Samcheok hot water extract, (G) SC-70E: Samcheok 70% ethanol extract, (H) TB-W: Taebaek hot water extract, (I) TB-70E: Taebaek 70% ethanol extract.

Table 3. Amino acid content of *E. senticosus* stem extracts by harvest region in January

Amino acid	AR[1)]		CW		SC		TB	
	Hot Water	70% Ethanol	Hot Water	70% Ethanol	Hot Water	70% Ethanol	Hot Water	70% Ethanol
Histidine (His)	0.55±0.03$^{d2),3),4)}$	0.11±0.01^{e}	0.57±0.03^{c}	0.25±0.01^{e}	0.60±0.03^{d}	0.19±0.01^{d}	0.65±0.03^{c}	0.27±0.01^{d}
Threonine (Thr)	0.23±0.01^{i}	0.06±0.00^{f}	0.22±0.01^{h}	0.15±0.01^{g}	0.22±0.01^{h}	0.11±0.01^{gh}	0.21±0.01^{h}	0.15±0.01^{f}
Valine (Val)	0.27±0.01^{h}	0.06±0.00^{f}	0.28±0.01^{g}	0.13±0.01^{gh}	0.26±0.01^{g}	0.09±0.00^{h}	0.27±0.01^{g}	0.12±0.01^{gh}
Methionine (Met)	0.03±0.00^{k}	0.05±0.00^{f}	0.03±0.00^{k}	0.03±0.00^{k}	0.03±0.00^{k}	0.02±0.00^{j}	0.03±0.00^{k}	0.02±0.00^{j}
Isoleucine (Ile)	0.13±0.01^{j}	0.03±0.00^{g}	0.15±0.01^{ij}	0.07±0.00^{j}	0.14±0.01^{j}	0.05±0.00^{jkl}	0.16±0.01^{ij}	0.07±0.00^{i}
Leucine (Leu)	0.39±0.02^{fg}	0.07±0.00^{f}	0.40±0.02^{ef}	0.21±0.01^{f}	0.38±0.02^{e}	0.14±0.01^{fg}	0.38±0.02^{f}	0.21±0.01^{e}
Phenylalanine (Phe)	0.20±0.01^{i}	0.03±0.00^{g}	0.19±0.01^{hi}	0.11±0.01^{hi}	0.20±0.01^{hi}	0.09±0.00^{hi}	0.21±0.01^{h}	0.14±0.01^{fg}
Lysine (Lys)	0.14±0.01^{j}	0.02±0.00^{gh}	0.16±0.01^{ij}	0.09±0.00^{ij}	0.16±0.01^{ij}	0.06±0.00^{ij}	0.19±0.01^{hi}	0.10±0.01^{h}
Essential amino acid (g/100 g)	1.95±0.10^{A}	0.42±0.02^{D}	2.00±0.10^{A}	1.03±0.05^{B}	2.00±0.10^{A}	0.75±0.04^{C}	2.10±0.10^{A}	1.09±0.05^{B}
Aspartic acid (Asp)	0.75±0.04^{b}	0.22±0.01^{c}	0.84±0.04^{b}	0.53±0.03^{c}	0.85±0.04^{b}	0.43±0.02^{c}	0.72±0.04^{b}	0.38±0.02^{c}
Glutamic acid (Glu)	1.04±0.05^{a}	0.71±0.04^{a}	1.25±0.06^{a}	1.18±0.06^{a}	1.21±0.06^{a}	0.96±0.05^{a}	1.00±0.05^{a}	0.75±0.04^{a}
Serine (Ser)	0.40±0.02^{e}	0.12±0.01^{e}	0.42±0.02^{e}	0.21±0.01^{f}	0.41±0.02^{e}	0.16±0.01^{ef}	0.40±0.02^{ef}	0.20±0.01^{e}
Glycine (Gly)	0.05±0.00^{k}	0.02±0.00^{gh}	0.05±0.00^{k}	0.04±0.00^{k}	0.05±0.00^{k}	0.03±0.00^{kl}	0.05±0.00^{k}	0.03±0.00^{j}
Arginine (Arg)	0.59±0.03^{c}	0.37±0.02^{b}	0.47±0.02^{d}	0.60±0.03^{b}	0.76±0.04^{c}	0.77±0.04^{b}	0.56±0.03^{d}	0.59±0.03^{b}
Alanine (Ala)	0.43±0.02^{e}	0.17±0.01^{d}	0.44±0.02^{de}	0.28±0.01^{d}	0.40±0.02^{e}	0.17±0.01^{de}	0.43±0.02^{e}	0.25±0.01^{d}
Proline (Pro)	0.36±0.02^{g}	0.12±0.00^{e}	0.36±0.02^{f}	0.21±0.01^{f}	0.33±0.02^{f}	0.13±0.01^{g}	0.37±0.02^{f}	0.19±0.01^{e}
Tyrosine (Tyr)	0.12±0.01^{j}	0.02±0.00^{gh}	0.13±0.01^{j}	0.07±0.00^{j}	0.13±0.01^{j}	0.05±0.00^{jk}	0.14±0.01^{j}	0.0±0.008^{i}
Cystine (Cys)	0.03±0.00^{k}	N.D[5)]	0.03±0.00^{k}	0.03±0.00^{k}	0.02±0.00^{k}	0.02±0.00^{j}	0.03±0.00^{k}	0.02±0.00^{j}
Total amino acid (g/100 g)	5.72±0.29^{A}	2.17±0.11^{D}	5.99±0.30^{A}	4.20±0.21^{B}	6.16±0.31^{A}	3.47±0.17^{C}	5.80±0.29^{A}	3.57±0.18^{C}

[1)]AR: Agricultural Research and Extension Services, CW: Cheorwon, SC: Samcheok, TB: Taebaek.
[2)]All values are means±standard deviation.
[3)]Means with different letters in the same column are significantly different (P<0.05).
[4)]Means with different letters in the same row are significantly different (P<0.05).
[5)]N.D: not detected.

Table 4. Amino acid content of *E. senticosus* stem extracts by harvest region in July

Amino acid	AR[1)]		CW		SC		TB	
	Hot Water	70% Ethanol	Hot Water	70% Ethanol	Hot Water	70% Ethanol	Hot Water	70% Ethanol
Histidine (His)	0.42±0.02$^{c2),3),4)}$	0.27±0.01^{d}	0.47±0.02^{c}	0.30±0.01^{c}	0.47±0.02^{c}	0.30±0.01^{d}	0.45±0.02^{c}	0.28±0.01^{c}
Threonine (Thr)	0.20±0.01^{g}	0.14±0.01^{g}	0.17±0.01^{gh}	0.16±0.01^{gh}	0.20±0.01^{g}	0.15±0.01^{h}	0.18±0.01^{ef}	0.15±0.01^{e}
Valine (Val)	0.22±0.01^{g}	0.13±0.01^{g}	0.23±0.01^{f}	0.15±0.01^{h}	0.23±0.01^{f}	0.14±0.01^{h}	0.20±0.01^{e}	0.11±0.01^{f}
Methionine (Met)	0.02±0.00^{k}	0.03±0.00^{k}	0.03±0.00^{k}	0.03±0.00^{k}	0.04±0.00^{i}	0.03±0.00^{k}	0.03±0.00^{i}	0.02±0.00^{j}
Isoleucine (Ile)	0.12±0.01^{i}	0.09±0.00^{h}	0.14±0.01^{hi}	0.10±0.00^{j}	0.14±0.01^{h}	0.09±0.00^{j}	0.13±0.01^{g}	0.07±0.00^{h}
Leucine (Leu)	0.30±0.02^{e}	0.16±0.01^{f}	0.32±0.02^{d}	0.20±0.01^{f}	0.34±0.02^{d}	0.18±0.01^{g}	0.29±0.01^{d}	0.16±0.01^{e}
Phenylalanine (Phe)	0.16±0.01^{h}	0.09±0.00^{h}	0.18±0.01^{g}	0.12±0.01^{i}	0.19±0.01^{g}	0.11±0.01^{i}	0.17±0.01^{f}	0.09±0.00^{g}
Lysine (Lys)	0.10±0.01^{ij}	0.06±0.00^{i}	0.14±0.01^{ij}	0.09±0.00^{j}	0.18±0.01^{g}	0.09±0.00^{j}	0.13±0.01^{g}	0.09±0.00^{gh}
Essential amino acid (g/100 g)	1.55±0.08^{C}	0.97±0.05^{E}	1.68±0.08^{AB}	1.16±0.06^{D}	1.79±0.09^{A}	1.09±0.05^{DE}	1.57±0.08^{BC}	0.97±0.05^{E}
Aspartic acid (Asp)	0.69±0.03^{b}	0.49±0.02^{c}	0.68±0.03^{b}	0.51±0.03^{b}	0.72±0.04^{b}	0.48±0.02^{b}	0.60±0.03^{b}	0.32±0.02^{b}
Glutamic acid (Glu)	0.77±0.04^{a}	0.78±0.04^{a}	0.86±0.04^{a}	0.81±0.04^{a}	0.80±0.04^{a}	0.75±0.04^{a}	0.64±0.03^{a}	0.48±0.02^{a}
Serine (Ser)	0.33±0.02^{e}	0.24±0.01^{e}	0.32±0.02^{d}	0.24±0.01^{e}	0.34±0.02^{d}	0.22±0.01^{f}	0.31±0.02^{d}	0.19±0.01^{d}
Glycine (Gly)	0.02±0.00^{k}	0.02±0.00^{k}	0.03±0.00^{k}	0.02±0.00^{k}	0.03±0.00^{i}	0.02±0.00^{k}	0.02±0.00^{i}	0.01±0.00^{i}
Arginine (Arg)	0.36±0.02^{d}	0.58±0.03^{b}	0.21±0.01^{f}	0.27±0.01^{d}	0.30±0.01^{e}	0.36±0.02^{c}	0.12±0.01^{gh}	0.13±0.01^{f}
Alanine (Ala)	0.33±0.02^{e}	0.28±0.01^{d}	0.34±0.02^{d}	0.27±0.01^{d}	0.32±0.02^{de}	0.25±0.01^{e}	0.29±0.01^{d}	0.19±0.01^{d}
Proline (Pro)	0.26±0.01^{f}	0.15±0.01^{fg}	0.28±0.01^{e}	0.18±0.01^{fg}	0.29±0.01^{e}	0.18±0.01^{g}	0.28±0.01^{d}	0.16±0.01^{e}
Tyrosine (Tyr)	0.09±0.00^{j}	0.06±0.00^{i}	0.11±0.01^{j}	0.08±0.00^{j}	0.11±0.01^{h}	0.07±0.00^{j}	0.10±0.00^{h}	0.07±0.00^{h}
Cystine (Cys)	0.01±0.00^{k}	0.01±0.00^{k}	0.01±0.00^{k}	0.02±0.00^{k}	0.03±0.00^{i}	0.02±0.00^{k}	0.02±0.00^{i}	0.01±0.00^{i}
Total amino acid (g/100 g)	4.41±0.22^{A}	3.56±0.18^{C}	4.52±0.23^{A}	3.55±0.18^{C}	4.72±0.24^{A}	3.43±0.17^{C}	3.94±0.20^{B}	2.53±0.13^{D}

[1)]AR: Agricultural Research and Extension Services, CW: Cheorwon, SC: Samcheok, TB: Taebaek.
[2)]All values are means±standard deviation.
[3)]Means with different letters in the same column are significantly different (P<0.05).
[4)]Means with different letters in the same row are significantly different (P<0.05).

39.41 mg/100 g, 33.56 mg/100 g, 48.60 mg/100 g으로 본 연구의 결과에 비해 상당히 낮은 함량을 보였다.

지방산 조성 및 함량

지역별 7월 가시오가피 줄기 추출물의 지방산 조성 결과는 Fig. 2에 나타내었으며, 1월과 7월 가시오가피 줄기 추출물의 지방산 함량 결과는 Table 5와 6에 나타내었다. 1월과 7월 모두 지역별 주요 지방산은 linoleic acid와 palmitic acid으로 확인되었고, 포화지방산(saturated fatty acid)은 삼척 70% 에탄올 추출물에서 가장 높았으며, 단일불포화지방산(monounsaturated fatty acid)과 다중불포화지방산(polyunsaturated fatty acid)은 강원도 농업기술원의 70% 에탄올 추출물에서 가장 높았다. 총 지방산 함량 분석 결과 1월 열수 추출물의 총 지방산 함량은 4개 지역 모두 1 mg/g 이하의 낮은 함량을 보였고, 70% 에탄올 추출물은 강원도 농업기술원과 삼척지역에서 53.40±2.67 mg/g와 50.74±2.54 mg/g으로 비슷한 함량을 보였으며, 철원과 태백지역에서 43.91±2.20 mg/g과 41.38±2.07 mg/g으로 비슷한 함량으로 강원도 농업기술원과 삼척지역이 철원과 태백지역보다 높은 함량을 보였다(P<0.05). 7월 열수 추출물의 총 지방산 함량은 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 0.92±0.05 mg/g, 1.40±0.07 mg/g, 1.20±0.06 mg/g, 1.60±0.08 mg/g으로 4개 지역 모두 낮은 함량을 보였고, 70% 에탄올 추출물은 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 60.97±3.05 mg/g, 74.51±3.73 mg/g, 67.13±3.36 mg/g, 63.44±3.17 mg/g으로 철원지역이 가장 높은 함량을 보였다(P<0.05). 지방산 함량은 4개의 지역에서 7월이 1월보다 높은 결과를 보이는데 이는 동일한 수확시기에서 추출용매에 의한 지역별 지방산 조성과 함량 차이보다 수확시기의 생육온도, 광량, 강수량 등이 7월이 1월보다 높고, 많아 이로 인한 영향의 결과로 사료된다, Ahn 등[39]의 연구에 따르면 강원도 양구군에서 수확한 가시오가피 줄기의 주요 지방산 조성은 포화지방산이 72.57%로 대부분을 차지하였고, linoleic acid가 3.16%, palmitic acid가 38.5%로 본 연구의 4개 지역의 결과와 차이를 보였으며, Shin 등[40]의 연구에서 오가피 줄기의 주요 지방산 조성이 linoleic acid가 56.9%, palmitic acid가 25.6%로 본 실험 결과와 비슷한 조성비를 보이는데 추출방법에 따른 차이로 동일한 조건에서 추가적인 연구가 필요하다. 또한, 열수 추출물은 70% 에탄올 추출물에 비해 미량의 지방산이 확인되었는데, Park 등[37]의 연구에서 추출용매인 에탄올의 함량이 많을수록 추출되는 지방산 함량이 높아지며, 조성에 차이가 있다고 보고한 결과와 유사한 경향을 보였다.

총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

수확시기 및 지역별 가시오가피 줄기 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 결과는 Table 7에 나타내었다. 1월 열수 추출물의 총 폴리페놀 함량은 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 52.31±0.66 mg GAE/g, 53.96±0.67 mg GAE/g, 57.01±0.63 mg GAE/g, 61.53±0.89 mg GAE/g으로 태백지역이 가장 높았으며, 70% 에탄올 추출물은 36.99±0.35 mg GAE/g, 38.39±0.36 mg GAE/g, 41.75±0.42 mg GAE/g, 45.09±0.56 mg GAE/g으로 태백지역이 가장 높았다. 7월 열수 추출물의 총 폴리페놀 함량은 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 149.72±1.38 mg GAE/g, 144.12±1.44 mg GAE/g, 130.08±0.83 mg GAE/g, 154.18±1.64 mg GAE/g으로 태백지역이 가장 높았고, 70% 에탄올 추출물은 123.81±1.57 mg GAE/g, 128.46±0.86 mg GAE/g, 124.86±0.43 mg GAE/g, 142.04±1.34 mg GAE/g으로 태백지역이 가장 높았다. 총 폴리페놀은 1월보다 7월이 더 높은 함량을 확인하였으며, 같은 지역에서 70% 에탄올 추출물보다 열수 추출물이 더 높은 총 폴리페놀 함량을 확인하였다(P<0.05). Kim 등[41]의 연구에 따르면 강원도에서 수확한 가시오가피 줄기 열수 추출물에서 23.5 mg GAE/g이 나타냈으며, 제주도에서 수확한 섬오가피(*Acanthopanax koreanum*)에서는 35.5 mg GAE/g으로 본 실험과 비교했을 때 2-5배 차이가 나는 것을 확인하였다. 또한 Kim 등[42]의 연구에 따르면 가시오가피의 발효물을 열수 추출 시 총 폴리페놀 함량이 69.59 mg/g으로 1월과 유사한 수준을 확인하였다.

1월 열수 추출물의 총 플라보노이드 함량은 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 142.71±2.53 mg QE/g, 146.08±3.09 mg QE/g, 141.96±3.38 mg QE/g, 162.17±2.27 mg QE/g으로 태백지역이 가장 높았으며, 70% 에탄올 추출물은 141.21±1.944 mg QE/g, 164.42±2.88 mg QE/g, 134.85±1.17 mg QE/g, 173.77±2.81 mg QE/g으로 태백지역이 가장 높았다. 7월 열수 추출물에서는 190.27±9.50 mg QE/g, 240.01±23.54 mg QE/g, 186.12±10.77 mg QE/g, 281.46±7.18 mg QE/g으로 태백지역이 가장 높았으며, 70% 에탄올 추출물은 231.72±3.59 mg QE/g, 총 273.17±6.21 mg QE/g, 273.17±12.44 mg QE/g, 318.73±15.65 mg QE/g으로 태백지역이 가장 높았다. 4개의 지역에서 1월보다 7월에 더 높은 총 플라보노이드 함량을 보였으며, 열수 추출, 70% 에탄올 추출 모두 태백지역에서 가장 높은 함량을 보였다(P<0.05). Kim 등[41]의 연구에 따르면 *A. senticosus* 줄기 열수 추출물에선 11.49 mg rutin equivalent (RE)/g이 나왔으며 *A. koreanum* 에서는 21.18 mg RE/g으로 본 실험과 비교했을 때 100배가량 차이가 나는데 이는 실험방법 및 표준물질의 차이인 것으로 보인다.

DPPH 라디칼 소거능

DPPH는 매우 안정한 자유라디칼로 항산화 측정에 많이 사용해 왔다. DPPH 라디칼 소거 활성 메커니즘은 하이드록시 라디칼을 갖는 페놀성 화합물 및 플라보노이드 등이

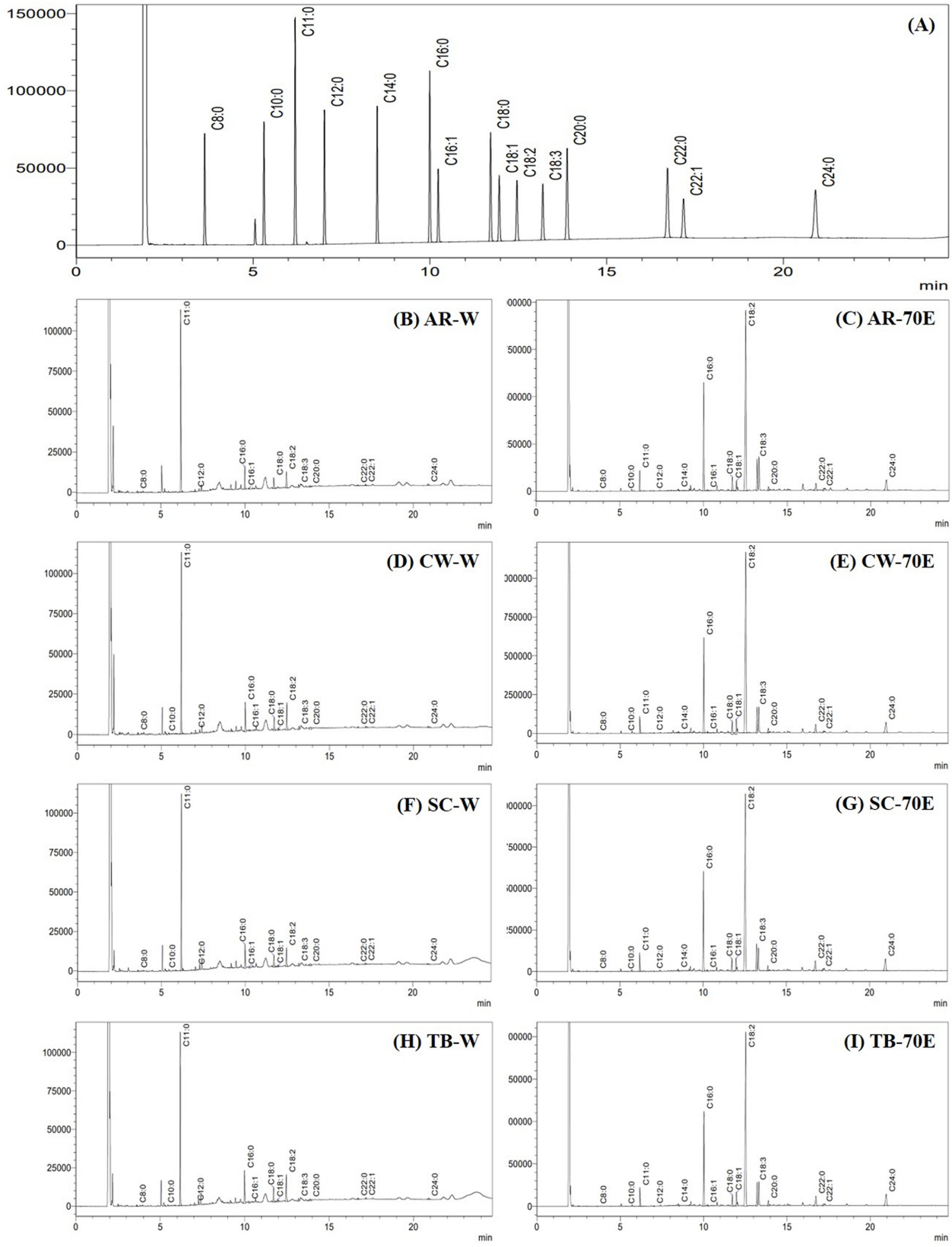

Fig. 2. GC-FID chromatograms of FAMEs mix C8-C24 standard and *E. senticosus* stem extracts in July. (A) FAMEs mix C8-C24 standard, (B) AR-W: Agricultural Research and Extension Services hot water extract, (C) AR-70E: Agricultural Research and Extension Services 70% ethanol extract, (D) CW-W: Cheorwon hot water extract, (E) CW-70E: Cheorwon 70% ethanol extract, (F) SC-W: Samcheok hot water extract, (G) SC-70E: Samcheok 70% ethanol extract, (H) TB-W: Taebaek hot water extract, (I) TB-70E: Taebaek 70% ethanol extract.

Table 5. Fatty acid content of *E. senticosus* stem extracts by harvest region in January

Fatty acid		AR[1)]		CW		SC		TB	
		Hot Water	70% Ethanol	Hot Water	70% Ethanol	Hot Water	70% Ethanol	Hot Water	70% Ethanol
C8:0	Caprylic acid	N.D[2)]	0.09±0.00[f3),4),5)]	N.D	0.09±0.00^{g}	N.D	0.09±0.00^{f}	N.D	0.06±0.00^{g}
C10:0	Capric acid	N.D	0.02±0.00^{f}	0.01±0.00^{e}	0.02±0.00^{g}	0.01±0.00^{e}	0.02±0.00^{f}	0.02±0.00^{ef}	0.01±0.00^{g}
C12:0	Lauric acid	0.04±0.00^{e}	0.06±0.00^{f}	0.06±0.00^{d}	0.06±0.00^{g}	0.04±0.00^{e}	0.07±0.00^{f}	0.04±0.00^{d}	0.09±0.00^{fg}
C14:0	Myristic acid	N.D	0.40±0.02^{ef}	N.D	0.11±0.01^{g}	N.D	0.32±0.02^{f}	N.D	0.36±0.02^{fg}
C16:0	Palmitic acid	0.20±0.01^{b}	8.79±0.44^{b}	0.22±0.01^{b}	10.29±0.51^{b}	0.21±0.01^{a}	9.84±0.49^{b}	0.20±0.01^{b}	7.46±0.37^{b}
C16:1	Palmitoleic acid	N.D	0.22±0.01^{ef}	N.D	0.09±0.00^{g}	N.D	0.22±0.01^{f}	0.00±0.00^{g}	0.24±0.01^{fg}
C18:0	Stearic acid	0.13±0.01^{c}	0.96±0.05^{e}	0.13±0.01^{c}	1.06±0.05^{ef}	0.21±0.01^{a}	1.12±0.06^{e}	0.18±0.01^{c}	0.95±0.05^{e}
C18:1	Oleic acid	0.02±0.00^{f}	1.83±0.09^{d}	0.01±0.00^{ef}	0.98±0.05^{ef}	N.D	1.15±0.06^{e}	0.02±0.00^{ef}	1.18±0.06^{e}
C18:2	Linoleic acid	0.32±0.02^{a}	32.92±1.65^{a}	0.23±0.01^{a}	24.43±1.22^{a}	0.18±0.01^{b}	29.74±1.49^{a}	0.29±0.01^{a}	23.03±1.15^{a}
C18:3	Linolenic acid	0.05±0.00^{d}	2.94±0.15^{c}	0.04±0.00^{d}	2.75±0.14^{c}	0.03±0.00^{d}	2.83±0.14^{c}	0.03±0.00^{e}	1.91±0.10^{d}
C20:0	Arachidic acid	N.D	0.52±0.03^{ef}	N.D	0.51±0.03^{fg}	0.03±0.00^{d}	0.59±0.03^{ef}	0.02±0.00^{ef}	0.69±0.03^{ef}
C22:0	Behenic acid	0.02±0.00^{f}	1.82±0.09^{d}	0.01±0.00^{e}	1.59±0.08^{de}	N.D	2.03±0.10^{d}	0.02±0.00^{f}	2.05±0.10^{d}
C22:1	Erucic acid	N.D	0.22±0.01^{ef}	N.D	0.17±0.01^{g}	0.01±0.00^{e}	0.21±0.01^{f}	N.D	0.23±0.01^{fg}
C24:0	Lignoceric acid	0.02±0.00^{f}	2.63±0.13^{c}	0.02±0.00^{e}	1.77±0.09^{d}	0.02±0.00^{e}	2.51±0.13^{cd}	0.02±0.00^{ef}	3.11±0.16^{c}
Saturated fatty acid		0.40±0.02^{C}	15.28±0.76^{B}	0.46±0.02^{C}	15.48±0.77^{B}	0.52±0.03^{C}	16.58±0.83^{A}	0.48±0.02^{C}	14.78±0.74^{B}
Monounsaturated fatty acid		0.02±0.0^{E}	2.26±0.11^{A}	0.01±0.00^{E}	1.25±0.06^{C}	0.01±0.00^{E}	1.58±0.08^{B}	0.02±0.00^{E}	1.65±0.08^{D}
Polyunsaturated fatty acid		0.37±0.02^{E}	35.85±1.79^{A}	0.27±0.01^{E}	27.18±1.36^{C}	0.21±0.01^{E}	32.58±1.63^{B}	0.31±0.02^{E}	24.94±1.25^{D}
Total (mg/g)		0.79±0.04^{C}	53.40±2.67^{A}	0.74±0.04^{C}	43.91±2.20^{B}	0.74±0.04^{C}	50.74±2.54^{A}	0.82±0.04^{C}	41.38±2.07^{B}

[1)]AR: Agricultural Research and Extension Services, CW: Cheorwon, SC: Samcheok, TB: Taebaek.
[2)]N.D: not detected.
[3)]All values are means±standard deviation.
[4)]Means with different letters in the same column are significantly different (P<0.05).
[5)]Means with different letters in the same row are significantly different (P<0.05).

Table 6. Fatty acid content of *E. senticosus* stem extracts by harvest region in July

Fatty acid		AR[1)]		CW		SC		TB	
		Hot Water	70% Ethanol	Hot Water	70% Ethanol	Hot Water	70% Ethanol	Hot Water	70% Ethanol
C8:0	Caprylic acid	0.03±0.00[ef2),3),4)]	0.07±0.00^{g}	0.04±0.00^{fg}	0.07±0.00^{f}	0.03±0.00^{ef}	0.09±0.00^{f}	0.03±0.00^{f}	0.05±0.00^{f}
C10:0	Capric acid	N.D[5)]	0.03±0.00^{g}	0.02±0.00^{h}	0.03±0.00^{f}	0.02±0.00^{f}	0.02±0.00^{f}	0.01±0.00^{g}	0.02±0.00^{f}
C12:0	Lauric acid	0.03±0.00^{f}	0.05±0.00^{g}	0.05±0.00^{ef}	0.09±0.00^{f}	0.06±0.00^{d}	0.09±0.00^{f}	0.04±0.00^{ef}	0.11±0.01^{f}
C14:0	Myristic acid	N.D	0.17±0.01^{g}	N.D	0.19±0.01^{f}	N.D	0.18±0.01^{f}	N.D	0.25±0.01^{f}
C16:0	Palmitic acid	0.25±0.01^{a}	13.10±0.66^{b}	0.38±0.02^{b}	13.67±0.68^{b}	0.32±0.02^{a}	13.25±0.66^{b}	0.44±0.02^{a}	12.29±0.61^{b}
C16:1	Palmitoleic acid	0.02±0.00^{g}	0.23±0.01^{g}	0.03±0.00^{gh}	0.36±0.02^{f}	0.04±0.00^{e}	0.28±0.01^{f}	0.06±0.00^{d}	0.34±0.02^{f}
C18:0	Stearic acid	0.17±0.01^{c}	1.81±0.09^{e}	0.21±0.01^{c}	2.56±0.13^{de}	0.22±0.01^{c}	1.75±0.09^{de}	0.26±0.01^{b}	1.64±0.08^{de}
C18:1	Oleic acid	N.D	1.43±0.07^{ef}	0.04±0.00^{fg}	2.92±0.15^{de}	0.03±0.00^{ef}	1.96±0.10^{d}	0.05±0.00^{de}	2.11±0.11^{d}
C18:2	Linoleic acid	0.24±0.01^{b}	33.64±1.68^{a}	0.41±0.02^{a}	43.38±2.17^{a}	0.30±0.02^{b}	37.66±1.88^{a}	0.45±0.02^{a}	35.54±1.78^{a}
C18:3	Linolenic acid	0.05±0.00^{d}	4.58±0.23^{c}	0.06±0.00^{e}	4.46±0.22^{c}	0.06±0.00^{d}	4.33±0.22^{c}	0.06±0.00^{d}	3.78±0.19^{c}
C20:0	Arachidic acid	0.04±0.00^{e}	0.61±0.03^{fg}	0.08±0.00^{d}	0.81±0.04^{f}	0.07±0.00^{d}	0.85±0.04^{ef}	0.09±0.00^{e}	0.92±0.05^{ef}
C22:0	Behenic acid	0.02±0.00^{g}	1.58±0.08^{e}	0.02±0.00^{h}	1.99±0.10^{e}	0.02±0.00^{f}	2.33±0.12^{d}	0.03±0.00^{f}	2.36±0.12^{d}
C22:1	Erucic acid	0.03±0.00^{f}	0.60±0.03^{fg}	0.03±0.00^{gh}	0.40±0.02^{f}	0.04±0.00^{e}	0.52±0.03^{f}	0.03±0.00^{f}	0.51±0.03^{f}
C24:0	Lignoceric acid	0.04±0.00^{e}	3.09±0.15^{d}	0.03±0.00^{gh}	3.59±0.18^{cd}	0.02±0.00^{f}	3.81±0.19^{e}	0.04±0.00^{ef}	3.51±0.18^{c}
Saturated fatty acid		0.59±0.03^{D}	20.50±1.03^{C}	0.82±0.04^{D}	22.99±1.15^{A}	0.75±0.04^{D}	22.38±1.12^{AB}	0.95±0.05^{D}	21.16±1.06^{BC}
Monounsaturated fatty acid		0.05±0.00^{E}	2.25±0.11^{D}	0.10±0.01^{E}	3.68±0.18^{A}	0.10±0.01^{E}	2.76±0.14^{C}	0.14±0.01^{E}	2.96±0.15^{B}
Polyunsaturated fatty acid		0.29±0.01^{D}	38.22±1.91^{C}	0.47±0.02^{D}	47.85±2.39^{A}	0.36±0.02^{D}	41.99±2.10^{B}	0.51±0.03^{D}	39.32±1.97^{C}
Total (mg/g)		0.92±0.05^{D}	60.97±3.05^{C}	1.40±0.07^{D}	74.51±3.73^{A}	1.20±0.06^{D}	67.13±3.36^{B}	1.60±0.08^{D}	63.44±3.17^{BC}

[1)]AR: Agricultural Research and Extension Services, CW: Cheorwon, SC: Samcheok, TB: Taebaek.
[2)]All values are means±standard deviation.
[3)]Means with different letters in the same column are significantly different (P<0.05).
[4)]Means with different letters in the same row are significantly different (P<0.05).
[5)]N.D: not detected.

Table 7. The content of total polyphenol and total flavonoid in *E. senticosus* stem extracts

Harvest time	Region[1)]	Solvent	Total polyphenol content (mg GAE[2)]/g)	Total flavonoid content (mg QE[3)]/g)
January	AR	Hot water	52.31±0.66$^{h4),5)}$	142.71±2.53^{ef}
		70% Ethanol	36.99±0.35^{k}	141.21±1.944^{ef}
	CW	Hot water	53.96±0.67^{gh}	146.08±3.09^{ef}
		70% Ethanol	38.39±0.36^{k}	164.42±2.88^{def}
	SC	Hot water	57.01±0.63^{g}	141.96±3.38^{ef}
		70% Ethanol	41.75±0.42^{j}	134.85±1.17^{f}
	TB	Hot water	61.53±0.89^{f}	162.17±2.27^{def}
		70% Ethanol	45.09±0.56^{j}	173.77±2.81^{de}
July	AR	Hot water	149.72±1.38^{b}	190.27±9.50^{d}
		70% Ethanol	123.81±1.57^{e}	231.72±3.59^{c}
	CW	Hot water	144.12±1.44^{c}	240.01±23.54^{c}
		70% Ethanol	128.46±0.86^{d}	273.17±6.21^{b}
	SC	Hot water	130.08±0.83^{d}	186.12±10.77^{d}
		70% Ethanol	124.86±0.43^{e}	273.17±12.44^{b}
	TB	Hot water	154.18±1.64^{a}	281.46±7.18^{b}
		70% Ethanol	142.04±1.34^{c}	318.73±15.65^{a}

[1)]AR: Gangwon-do Agricultural Research & Extension services, CW: Cheorwon, SC: Samcheok, TB: Taebaek
[2)]GAE: gallic acid equivalent.
[3)]QE: quercetin equivalent.
[4)]All values are means±standard deviation.
[5)]Means with different letters in the same column are significantly different (P<0.05).

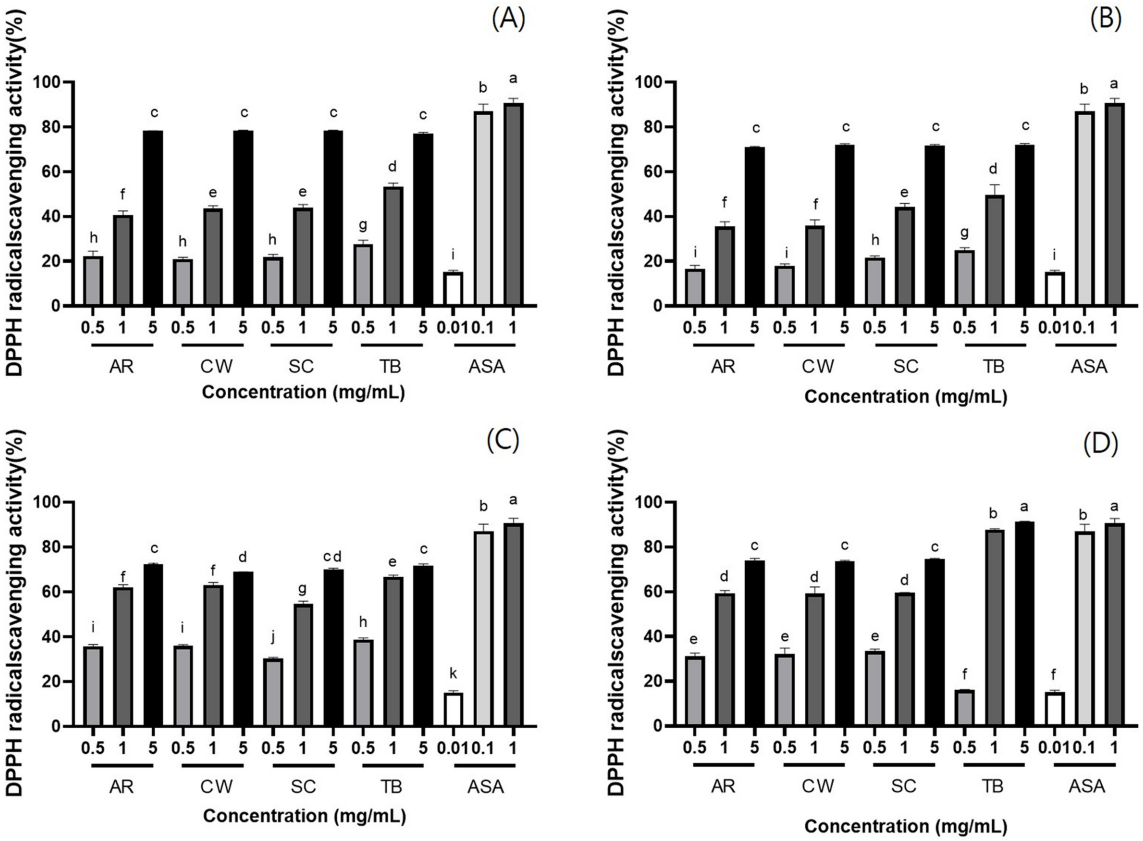

Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of various concentration in *E. senticosus* stem extracts. (A) is a hot water extract of *E. senticosus* harvested in January. (B) is 70% ethanol extract of *E. senticosus* harvested in January. (C) is a hot water extract of *E. senticosus* harvested in July. (D) is 70% ethanol extract of *E. senticosus* harvested in July. All values are expressed as the mean±standard deviation. The different letters mean significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple test. AR: Agricultural Research and Extension Services, CW: Cheorwon, SC: Samcheok, TB Taebaek.

수소 공여를 통해 라디칼을 제거하여 자색 화합물에서 노란색 화합물로 색이 변하는 원리에 의해 측정하는 방법으로[43], 수확시기 및 지역별 가시오가피 줄기 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물의 DPPH 측정 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 양성대조군으로 ascorbic acid를 사용하여 0.01 mg/mL, 0.1 mg/mL, 1 mg/mL 농도에서 각각 15.15±0.41%, 87.06±1.57%, 90.62±1.08%의 DPPH 라디칼 소거능을 확인하였다. 본 연구에서 사용한 가시오가피 추출물의 pH가 4.7-5.0였으며, Ferri 등[44]의 연구에 따르면 DPPH 라디칼 소거 활성의 경우 낮은 pH에서 불안정하다고 보고하였고, 고농도인 5 mg/mL에서 DPPH 라디칼과 반응시켰을 때 적색으로 변하는 현상이 있어서 항산화 활성을 측정하기에 어려움이 있었다. 또한 저농도인 0.5 mg/mL에서는 비교분석이 원활하게 되지 않아 1 mg/mL의 농도로 분석을 진행하였으며, 결과는 다음과 같다. 1월 열수 추출물의 DPPH 소거능 활성은 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 40.77±0.99%, 43.57±0.62%, 43.89±0.73%, 53.40±0.79%로 태백지역이 가장 높았고, 강원도 농업기술원이 가장 낮았다(P<0.05). 70% 에탄올 추출물은 35.51±1.08%, 35.99±1.25%, 44.19±0.85%, 49.55±2.31%로 태백지역이 가장 높았고, 철원지역과 강원도 농업기술원이 비슷하게 낮았다(P<0.05). 7월 열수 추출물은 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 62.04±0.57%, 63.02±0.59%, 54.54±0.68%, 66.67±0.36%로 태백지역이 가장 높았고, 삼척지역이 가장 낮았으며, 70% 에탄올 추출물은 59.41±0.61%, 59.24±1.47%, 59.55±0.08%, 87.90±0.06%로 태백지역이 가장 높았고, 삼척과 철원지역, 강원도 농업기술원이 비슷하였다(P<0.05). 지역 및 추출방법과 상관없이 1월 가시오가피 줄기 추출물보다 7월 가시오가피 줄기 추출물에서 더 우수한 DPPH 라디칼 소거능을 확인하였고, 4개의 지역 중 태백지역에서 가장 높은 활성을 확인할 수 있었으며, 총 폴리페놀 및 플라보노이드의 함량이 높을수록 항산화 활성이 높은 것을 확인하였다. Heo 등[45]의 연구에 의하면 11월 강원도 양구군 고지대에서 재배한 가시오가피 줄기의 열수 추출물(1 mg/mL)에서 40%의 항산화 결과를 확인하였으며, 본 실험 결과의 강원도 철원지역 1월 추출물과 유사한 것을 확인하였다. 이는 강원도 양구와 철원의 위도가 비슷하고 삼척과 태백의 위도가 비교적 낮은 것이 항산화 활성의 차이의

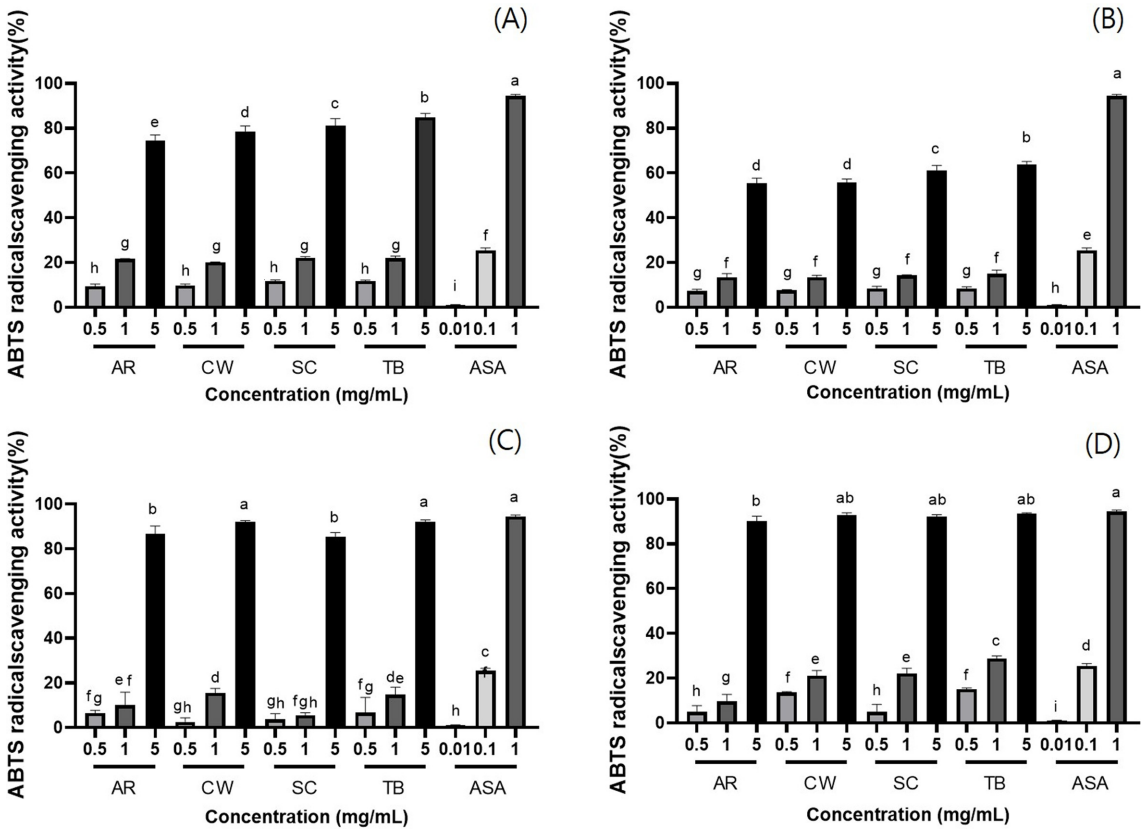

Fig. 4. ABTS radical scavenging activity of various concentration in *E. senticosus* stem extracts. (A) is a hot water extract of *E. senticosus* harvested in January. (B) is 70% ethanol extract of *E. senticosus* harvested in January. (C) is a hot water extract of *E. senticosus* harvested in July. (D) is 70% ethanol extract of *E. senticosus* harvested in July. All values are expressed as the mean±standard deviation. The different letters mean significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple test. AR: Agricultural Research and Extension Services, CW: Cheorwon, SC: Samcheok, TB: Taebaek.

원인이 될 수 있을 것으로 보이며, Kim 등[41]의 연구에 의하면 강원도에서 수확한 가시오가피 줄기 추출물에서 총 폴리페놀 함량이 23.5 mg GAE/g이며 제주도에서 수확한 섬오가피 줄기 추출물의 함량이 35.5 mg GAE/g으로 낮은 위도에 따라 항산화 활성이 높아진다는 결과와 일치하는 것을 보였다.

ABTS 라디칼 소거능

ABTS 또한 라디칼을 이용한 항산화능 측정 방법으로, 페놀성 화합물 및 플라보노이드 등과 ABTS 양이온 자유라디칼과 상호작용하여 청록색에서 무색으로 탈색이 되는 과정을 통해 항산화를 측정하는 방법으로[46], 광범위한 pH(2.0-10.5)에서 항산화 활성을 측정할 수 있는 특징이 있다[47]. 수확시기 및 지역별 가시오가피 줄기 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물의 ABTS 측정 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 양성대조군으로 ascorbic acid를 사용하여 0.01 mg/mL, 0.1 mg/mL, 1 mg/mL 농도에서 각각 1.04±0.07%, 25.42±0.57%, 94.42±0.33%의 ABTS 라디칼 소거능을 확인하였다. 1월 추출물에서 0.5 mg/mL과 1 mg/mL은 농도가 낮아 분석하기 어려워 5 mg/mL 농도에서 분석하였으며, 7월 추출물에서 5 mg/mL 농도로 분석하였으나 1 mg/mL 농도를 참고하여 분석하였다. 1월 열수 추출물은 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 74.60±1.2%, 78.61±1.20%, 81.21±1.52%, 84.95±0.85%로 태백지역이 가장 높았으며, 강원도 농업기술원이 가장 낮았다(P<0.05). 70% 에탄올 추출물은 55.35±1.19%, 55.62±0.84%, 61.14±1.12%, 63.59±0.74%로 태백지역이 가장 높았으며, 철원지역과 강원도 농업기술원이 낮았다(P<0.05). 7월 열수 추출물은 5 mg/mL 농도에서 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역 순으로 86.83±1.68%, 92.02±0.32%, 85.57±0.88%, 91.92±0.52%로 태백과 철원지역이 비슷하게 높았으며, 삼척과 강원도 농업기술원이 비교적 낮았다(P<0.05). 1 mg/mL 농도에서 10.02±2.95%, 15.63±0.94%, 5.61±0.55%, 14.69±1.70%로 철원지역이 가장 높았으며, 삼척지역이 가장 낮았다. 7월 70% 에탄올 추출물은 5 mg/mL에서 90.19±1.10%, 92.92±0.49%, 92.03±0.50%, 93.44±0.20%로 태백, 철원, 삼척지역이 높았

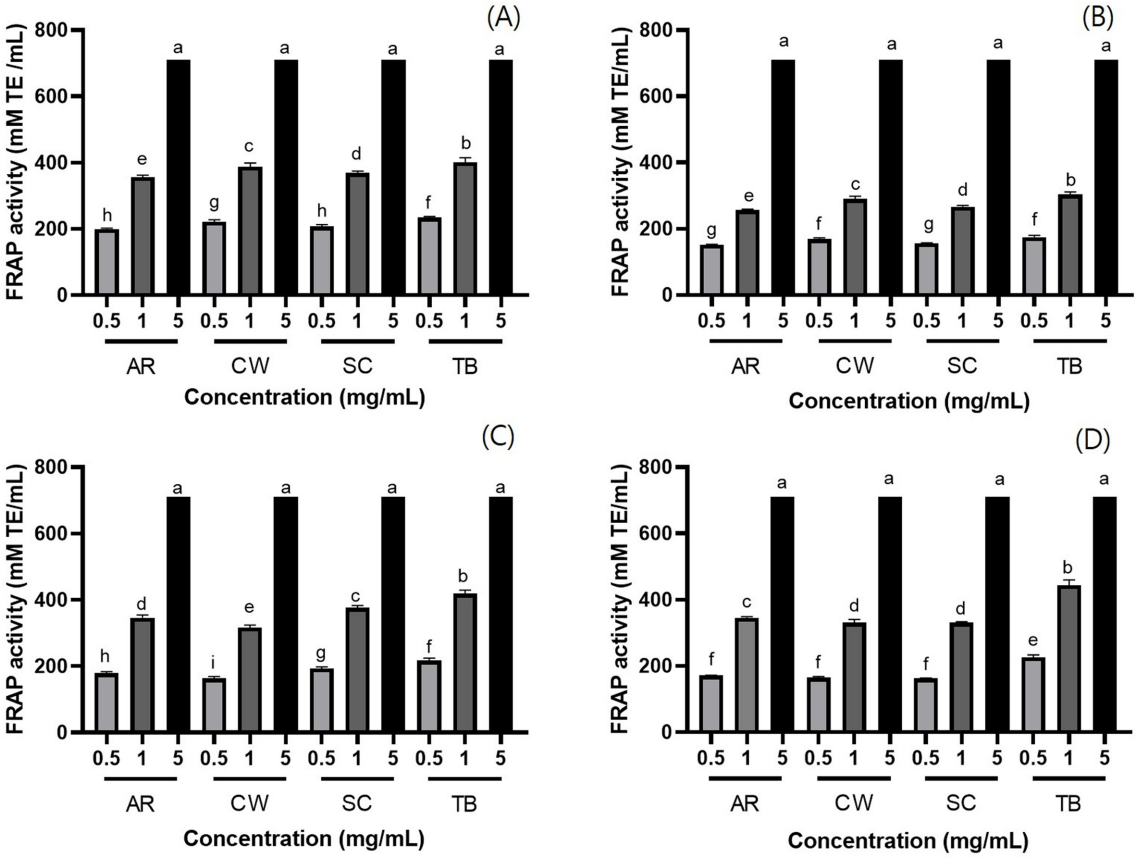

Fig. 5. FRAP activity of various concentration in *E. senticosus* stem extracts. (A) is a hot water extract of *E. senticosus* harvested in January. (B) is 70% ethanol extract of *E. senticosus* harvested in January. (C) is a hot water extract of *E. senticosus* harvested in July. (D) is 70% ethanol extract of *E. senticosus* harvested in July. All values are expressed as the mean±standard deviation. The different letters mean significantly different at P<0.05 by Duncan's multiple test. AR: Agricultural Research and Extension Services, CW: Cheorwon, SC: Samcheok, TB: Taebaek.

으며, 강원도 농업기술원이 가장 낮았다. 1 mg/mL에서 9.60±1.59%, 21.25±1.09%, 22.09±1.18%, 28.91±0.51%로 태백지역이 가장 높았으며, 강원도 농업기술원이 가장 낮았다. 5 mg/mL 농도 기준으로 지역 및 추출 방법과는 상관없이 1월 가시오가피 줄기 추출물보다 7월 가시오가피 줄기 추출물에서 더 우수한 ABTS 라디칼 소거능을 확인하였다(P<0.05). Kim 등[41]의 연구에 따르면 강원도 지역의 가시오가피 줄기 열수 추출물에서 1 mg/mL 농도일 때 10%의 항산화 활성을 보였고, 제주도 지역의 섬오가피 줄기에서 14%의 항산화 활성을 보였으며, 본 실험과 비교했을 때 유사한 결과를 확인하였다. 본 실험 결과에서 DPPH 라디칼 소거능과 다소 다른 결과를 보이는데, DPPH 라디칼 소거능의 경우 자유라디칼을 이용하며, ABTS 라디칼 소거능의 경우 양이온 라디칼의 소거능을 평가하기 때문에 라디칼의 종류에 따라 결과가 달라진 것으로 보인다[48].

FRAP 활성

수확시기 및 지역별 가시오가피 줄기 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물의 FRAP 활성 측정 결과는 Fig. 5와 같다. FRAP 활성 측정은 낮은 pH에서 colored ferrous tripyridyl triazine complex에 의해 ferric ion이 ferrous로 환원되는 원리로, 흡광도 593 nm에서 수치를 계산하여 측정하는 방법이다[49]. 5 mg/mL의 농도에서 결과값이 유사하므로 시료간의 항산화능 차이가 나타나지 않아 1 mg/mL의 농도에서 비교하였으며, 0.5 mg/mL은 참고하여 비교하였다. 1월 열수 추출물은 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 356.25±2.92 mM TE/mL, 387.71±5.48 mM TE/mL, 369.02±2.63 mM TE/mL, 400.69±7.09 mM TE/mL로 태백지역이 가장 높았으며, 강원도 농업기술원이 가장 낮았다(P<0.05). 70% 에탄올 추출물은 256.06±1.49 mM TE/mL, 289.83±4.38 mM TE/mL, 266.68±1.91 mM TE/mL, 303.78±4.08 mM TE/mL로 태백지역이 가장 높았으며, 강원도 농업기술원이 가장 낮았다(P<0.05). 7월 열수 추출물은 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역에서 346.43±3.91 mM TE/mL, 316.31±3.93 mM TE/mL, 376.06±3.36 mM TE/mL, 418.41±5.55 mM TE/mL로 태백지역이 가장 높았으며, 철원지역이 가장 낮았다(P<0.05). 70% 에탄올 추출물은 345.81±1.75 mM TE/mL, 330.75±4.96 mM TE/mL, 330.81±1.55 mM TE/mL, 443.41±8.20 mM TE/mL로 태백지역이 가장 높았으며, 철원과 삼척지역이 비슷하게 낮았다(P<0.05). 강원도 농업기술원 및 삼척지역 열수 추출물을 제외하고 나머지 추출물에서 1월 추출물보다 7월 추출물이 더 우수한 FRAP 활성을 확인하였다. Lim 등[50]의 연구에 따르면 강원도 양구지역의 가시오가피 50% 에탄올 추출물 0.25 mg/mL 농도에서 FRAP 활성이 782.6 TE μM으로 확인되었으며, 본 실험과 비교하여 함량이 가장 낮은 1월 강원도 농업기술원의 70% 에탄올 추출물 256.06±1.49 mM TE/mL와는 80배 차이가 나며, 이는 실험방법의 차이로 보인다.

Acknowledgement

본 연구는 2022년 농촌진흥청 지원과제(RS-2022-RD010345)에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

국문요약

본 실험에서 강원도 농업기술원, 철원, 삼척, 태백지역 가시오가피 줄기를 1월과 7월에 수확하고, 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물로 제조 후 아미노산과 지방산의 조성 및 함량을 비교 분석하였다. 또한 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량을 확인하였으며, DPPH 라디칼 소거활성, ABTS 라디칼 소거활성, FRAP 활성을 통해 항산화 활성을 측정하였다. 아미노산 조성은 가시오가피 줄기 모두에서 17종이 검출되었고, 가장 함량이 높은 아미노산은 glutamic acid이었다. 총 아미노산 함량을 분석한 결과 7월보다 1월이 높은 결과를 보였으며, 강원도 농업기술원의 70% 에탄올 추출물에서만 1월이 높은 결과를 보였다. 총 아미노산 함량이 가장 높은 추출물은 1월 삼척지역의 열수 추출물로 6.16±0.31 g/100 g이었고, 가장 낮은 함량을 보인 추출물은 1월 강원도 농업기술원의 70% 에탄올 추출물로 2.17±0.11 g/100 g을 확인하였다. 총 지방산 함량은 7월 철원지역의 70% 에탄올 추출물에서 74.51±3.73 mg/g으로 가장 높았고, 1월 철원과 삼척지역의 열수 추출물에서 0.74±0.04 mg/g으로 가장 낮았다. 1월과 7월 모두 열수 추출물보다 70% 에탄올 추출물이 더 높았고, 1월보다 7월이 더 높았으며, 1월과 7월 모두 70% 에탄올 추출물에서 다중불포화지방이 가장 높았다. 총 폴리페놀 함량의 경우 1월 추출물은 36.99-61.53 mg GAE/g이었으며, 7월에는 123.81-154.18 mg GAE/g으로 7월이 1월보다 2배 이상 높았다. 또한 총 플라보노이드 함량은 1월이 134.85-173.77 mg QE/g이었으며, 7월에는 186.12-318.73 mg QE/g으로 7월에서 더 높은 함량을 확인하였다. DPPH 라디칼 소거능은 1 mg/mL 농도에서 7월 태백지역의 70% 에탄올 추출물이 87.90±0.06%으로 가장 높았으며, 1월 강원도 농업기술원과 철원지역의 70% 에탄올 추출물에서 각각 35.51±1.08%와 36.00±1.25%로 낮았다. ABTS 라디칼 소거능은 5 mg/mL 농도에서 7월 태백과 철원, 삼척지역의 70% 에탄올 추출물이 각각 93.44±0.20%, 92.92±0.49%, 92.03±0.50%로 높았으며, 1월 강원도 농업기술원과 철원지역의 70% 에탄올 추출물에서 각각 55.35±1.19%와 55.62±0.85%로 낮았다. FRAP 활성은 1 mg/mL 농도에서 7월 태백지역의 열수 추출물에서 443.41±8.20 mM TE/mL으로 가장 높았으며, 1월 강원도 농업기술원의 70% 에탄올 추출물에서 256.06±1.49 mM TE/mL으로 가장 낮았다.

DPPH 라디칼 소거능, ABTS 라디칼 소거능, FRAP 활성 모두 7월 태백지역 70% 에탄올 추출물에 높았으며, 1월 강원도 농업기술원의 70% 에탄올 추출물에서 가장 낮은 항산화 활성이 나타났다. 본 실험 결과를 통해 가시오가피 줄기의 적절한 수확시기 및 지역에 따른 기능성 식품 소재 개발을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Jung-Mo Yang https://orcid.org/0000-0002-1984-7311
Sung-HwanPark https://orcid.org/0009-0007-2892-1521
Ye-Eun Choi https://orcid.org/0000-0001-8298-248X
Chae-Won Jeong https://orcid.org/0009-0004-5776-2150
Hyeon-Deok Jo https://orcid.org/0000-0003-1867-4049
Ju-Hyun Cho https://orcid.org/0000-0003-2901-2489

References

1. Turrens, J.F., Mitochondrial formation of reactive oxygen species. *J. Physiol.*, **552**, 335-344 (2003).
2. Dröge, W., Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol. Rev.*, **82**, 47-95 (2002).
3. Cross, C.E., Halliwell, B., Borish, E.T., Pryor, W.A., Ames, B.N., Saul, R.L., McCord, J.M., Harman, D., Oxygen radicals and human disease. *Ann. Intern. Med*., **107**, 526-545 (1987).
4. Zhang, Y., Dawson, V.L., Dawson, T.M., Oxidative stress and genetics in the pathogenesis of Parkinson's disease. *Neurobiol. Dis.*, **7**, 240-250 (2000).
5. Dhalla, N.S., Temsah, R.M., Netticadan, T., Role of oxidative stress in cardiovascular diseases. *J. Hypertens.*, **18**, 655-673 (2000).
6. Wiseman, H., Halliwell, B., Damage to DNA by reactive oxygen and nitrogen species: role in inflammatory disease and progression to cancer. *Biochem. J.*, **313**, 17-29 (1996).
7. Hybertson, B.M., Gao, B., Bose, S.K., McCord, J.M., Oxidative stress in health and disease: the therapeutic potential of Nrf2 activation. *Mol. Aspects Med.*, **32**, 234-246 (2011).
8. Schieber, M., Chandel, N.S., ROS function in redox signaling and oxidative stress. *Curr. Biol.*, **24**, 453-462 (2014).
9. Blokhina, O., Virolainen, E., Fagerstedt, K.V., Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. *Ann. Bot.*, **91**, 179-194 (2003).
10. Sies, H., Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine. *Redox Biol.*, **4**, 180-183 (2015).
11. Lee, S.O., Lee, H.J., Yu, M.H., Im, H.G., Lee, I.S., Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **37**, 233-240 (2005).
12. Na, E.J., Jang, H.H., Kim, G.R., Review of recent studies and research analysis for anti-oxidant and anti-aging materials. *Asian J. Beauty Cosmetol.*, **14**, 481-491 (2016).
13. Shin, H.Y., Kim, J.H., Heo, H.J., Lee, J.S., Kim, Y.H., Comparison of the antioxidant activities and functional components of roasted chicory roots extracts produced using different ethanol concentrations. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*., **53**, 272-280 (2024).
14. Tsao, T., Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*, **2**, 1231-1246 (2010).
15. Del Rio, D., Rodriguez-Mateos, A., Spencer, J.P.E., Tognolini, M., Borges, G., Crozier, A., Dietary (poly)phenolics in human health: structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases. *Antioxid. Redox Signal.*, **18**, 1818-1892 (2013).
16. Kim, Y.M., Pharmaceutical comparison of ginseng with *Acanthopanax* from the aspect of oriental medicine. *Kor. J. Pharmacogn.*, **8**, 131-138 (1977).
17. Nishibe, S., Kinoshita, H., Takeda, H., Okano, G., Phenolic compounds from stem bark of *Acanthopanax senticosus* and their pharmacological effect in chronic swimming stressed rats. *Chem. Pharm. Bull.*, **38**, 1763-1765 (1990).
18. Fujikawa, T., Yamaguchi, A., Morita, I., Takeda, H., Nishibe, S., Protective effects of *Acanthopanax senticosus* Harms from Hokkaido and Its components on gastric ulcer in restrained cold water stressed rats. *Biol. Pharm. Bull.*, **19**, 1227-1230 (1996).
19. Han, S.B., Yoon, Y.D., Ahn, H.J., Lee, H.S., Lee, C.W., Yoon, W.K., Park, S.K., Kim, H,M., Toll-like receptor-mediated activation of B cells and macrophages by polysaccharide isolated from cell culture of *Acanthopanax senticosus*. *Int. Immunopharmacol.*, **3**, 1301-1312 (2003).
20. Fujikawa, T., Soya, H., Hibasami, H., Kawashima, H., Takeda, H., Nishibe, S., Nakashima, K., Effect of *Acanthopanax senticosus* Harms on biogenic monoamine levels in the rat brain. *Phytother. Res.*, **16**, 474-478 (2002).
21. Liu, S.M., LI, X.Z., Huo, Y., Lu, F., Protective effect of extract of *Acanthopanax senticosus* Harms on dopaminergic neurons in Parkinson's disease mice. *Phytomedicine,* **19**, 631-638 (2012).
22. Kim, S.K., Kim, Y.G., Lee, M.K., Han, J.S., Lee, J.H., Lee, H.Y., Comparison of biological activity according to extracting solvents of four *Acanthopanax* root bark. *Korean J. Med. Crop Sci.*, **8**, 21-28 (2000).
23. Kim, C.W., Lee, H.Y., Studies on the constituents of seeds of *Acanthopanax senticosus* for inermis Harms. *Kor. J. Pharmacogn.*, **21**, 235-238 (1990).
24. Sun, H., Feng, J., Sun, Y., Sun, S., Li, L,. Zhu, J., Zang, H., Phytochemistry and pharmacology of *Eleutherococcus sessiliflorus* (Rupr. & Maxim.) S.Y.Hu: a review. *Molecules, **28***, 6564 (2023).
25. Sung, S.H., Jeon S.H., Moon Y.S., Lee, H.S., Huh, H., Kim, Y.C., Seasonal and sexual variation of ginkgolides contects in ginkgo leaves. *Yakhak Hoeji,* **38**, 20-23 (1994).

26. Im, D.H., Kim, J.H., Gwon, H.M., Rho, I.R., Contents of main components according to growth period in *Codonopsis lanceolata* (Siebold Zuccarini) Benth & Hook.f. ex Trautvetter. *Korean J. Med. Crop Sci.*, **29**, 51-59 (2021).
27. Kim, Y.H., Bae, D.B., Lee, J.S., Park, S.O., Lee, S.J., Cho, O.H., Lee, O.H., Determination of eleutherosides and β-Glucan content from different parts and cultivating areas of *A. senticosus* and *A. koreanum. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **42**, 2082-2087 (2013).
28. Park, H.M., Hong, J.H., Effect of extraction methods on antioxidant activities of *Mori ramulus*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **43,** 1709-1715 (2014).
29. Yang, H.C., Jung, K.M., Gang, K.S., Song, B.J., Lim, H.C., Na, H.S., Mun, H., Heo, N.C., Physicochemical composition of seaweed fulvescens (*Capsosiphon fulvescens*). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **37**, 912-917 (2005).
30. Jeong, S.H., Shin, J.A., Kim, I.H., Kim, B.H., Lee, J.S., Lee, K.T., Comparison of fatty acid composition by fat extraction method: different parts of chicken by cooking method. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **43**, 1257-1263 (2014).
31. Ministry of Food and Drug Safety (MFDS), 2022. Food code of Korea, MFDS, Cheongju, Korea.
32. Folin, O., Denis, W., On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.*, **12**, 239-243 (1912).
33. Zhishen, J., Mengcheng, T., Jianming, W., The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem.*, **64**, 555-559 (1999).
34. Kim, J.H., Park, J.H., Park, S.D., Choi, S.Y., Seong, J.H., Moon, K.D., Preparation and antioxidant activity of health drink with extract powders from safflower (*Carthamus tinctorius L.*) seed. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **34**, 617-624 (2002).
35. Fellegrini, N., Ke, R., Yang, M., Rice-Evans, C., Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2′-azinobis(3-ethylenebenzothiazoline-6-sulfonic acid radical cation decolorization assay. *Methods Enzymol.*, **299**, 379-389 (1999).
36. Benzie, I.F.F., Strain, J.J., The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal. Biochem.*, **239**, 70-76 (1996).
37. Park, S.H., Choi, Y.E., Yang, J.M., Jeong, C.W., Jo, H.D., Cho, J.H., Analysis of amino acids, fatty acids, and antioxidant activities of *Prunus yedoensis* Matsum. bark extract. *J. Food Hyg. Saf.*, **39**. 288-298 (2024)
38. Jwa, C.S., Yang, Y.T., Koh, J.S., Changes in free sugars, organic acids, free amino acids and minerals by harvest time and parts of *Acanthopanax koreanum*. *J. Appl. Biol. Chem.,* **43**, 106-109 (2000).
39. Ahn, H.Y., Cha, J.Y., Cho, Y.S., Biological activity and chemical characteristics of fermented *Acanthopanax senticosus* by mold. *J. Life Sci*., **22**, 1704-1711 (2012).
40. Shin, E.T., Kim, C.S., Composition of fatty acid and organic acid in *Acanthopanax*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**, 403-405 (1985).
41. Kim, Y.H., Cho, M.L., Kim, D.B., Shin, G.H., Lee, J.H., Lee, J.S., Park, S.O., Lee, S.J., Shin, H.M., Lee, O.H., The antioxidant activity and their major antioxidant compounds from *Acanthopanax senticosus* and *A. koreanum*. *Molecules*, **20**, 13281-13295 (2015).
42. Kim, E.Y., Baik, I.H., Kim, J.H., Kim, S.R., Rhyu, M.R., Screening of the antioxidant activity of some medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **36**, 333-338, (2004).
43. Bondet, V., Brand-Williams, W., Berset, C., Kinetics and mechanisms of antioxidant activity using the DPPH. free radical method. *LWT. Food Sci. Technol.*, **30**, 609-615, (1997).
44. Ferri, M., Gianotti, A., Tassoni, A., Optimisation of assay conditions for the determination of antioxidant capacity and polyphenols in cereal food components. *J. Food Compost. Anal.*, **30**, 94-101 (2013).
45. Heo, S.J., Ahn, H.Y., Kang, M.J., Lee, J.H., Cha, J.Y., Cho, J.S., Antioxidative activity and chemical characteristics of leaves, roots, stems and fruits extracts from *Acanthopanax senticosu*. *J. Life Sci.*, **21**, 1052-1059 (2011).
46. Van den Berg, R., Haenen, G.R.M.M., Van den Berg, H., Bast, A., Applicability of an improved trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chem..*, **66**, 511-517 (1999).
47. Ilyasov, I.R., Belobordov, V.L., Selivanova, I.A., Terekhov, R.P., ABTS/PP decolorization assay of antioxidant capacity reaction pathways. *Int. J. Mol. Sci.,* **21**, 1131 (2020).
48. Wang, M.F., Shao, Y., Li, J.G., Rngarajan, M., Lavoie, E.J., Huang, T.C., Ho, C.T., Antioxidative phenolic compounds from sage (Saliviaofficinalis). *J. Agr. Food Chem.,* **46**, 4869-4873 (1998).
49. Kim, J.H., Jeong, C.H., Choi, G.N., Kwak, J.H., Choi, S.G., Heo, H.J., Antioxidant and neuronal cell protective effects of methanol extract from *Schizandra chinensis* using an in vitro system. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **41**, 712-716 (2009).
50. Lim, S.Y., Leem, J.Y., Lee, C.S., Jang, Y.J., Park, J.W., Yoon, S., Antioxidant and cell proliferation effects of *Acanthopanax senticosus* extract in human osteoblast-like MG-63 cell line. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **39**, 694-700 (2007).