

에탄올 농도에 따른 벌개미취 추출물의 페놀성분 및 항산화 특성

장귀영 · 이은숙* · 지윤정** · 김형돈 · 강민혜 · 김금숙*** · 최수지*** · †이승은

농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 연구사, *농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 공무직연구원, **농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 박사전문연구원, ***농촌진흥청 국립원예특작과학원 인삼특작부 연구관

Phenolics Composition and Antioxidant Properties of *Aster koraiensis* Extracts with Different Ethanol Concentrations

Gwi Yeong Jang, Eun Suk Lee*, Yun-jeong Jee**, Hyung Don Kim, Min Hye Kang, Geum Soog Kim***, Su Ji Choi*** and †Seung Eun Lee

Researcher, Dept. of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea

*Assistant Researcher, Dept. of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea

**Post-Doctor, Dept. of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea

***Senior Researcher, Dept. of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea

Abstract

Aster koraiensis Nakai (*A. koraiensis*) which has been used as a food and medicinal plant in the past, is valuable as functional food material. Therefore, the aim of this study was to determine the antioxidant properties and major phenolics of *A. koraiensis* extracts with different ethanol concentrations (0, 50, 70, and 100% aqueous ethanol solution). When ethanol concentration in the extraction solvent was increased, extraction yield decreased; 34.2, 23.2, 21.0, and 5.5% in 0, 50, 70, and 100% ethanolic extracts, respectively. Total phenolics content and antioxidant activities of extracts were increased in an ethanol concentration-dependant manner. The major phenolics in the extracts were chlorogenic acid (21.264-58.666 mg/g), isochlorogenic acid A (10.432-145.353 mg/g), and isochlorogenic acid C(0.239-13.148 mg/g), and these phenolic contents were higher in 70 and 100% ethanolic extracts than other extracts. Significant correlations were observed between ethanol concentration of extraction solvent, antioxidant properties, and major phenolics. These results indicated that the optimal ethanol concentration for extraction was 70%.

Key words: *Aster koraiensis* Nakai, antioxidant properties, ethanol concentration, extraction, phenolics

서 론

국내에 자생하는 국화과 식물에는 기능성이 우수하며 식용이 가능한 자원들이 많다. 쑥(Kim 등 2012), 고들빼기(Kim 등 2010), 씬바귀(Park SJ 2014), 영경귀(Kim & Won 2009), 취나물류(Choi HS 2012) 등 다양한 국화과 자원을 이용하기 위한 연구도 수행되었으며, 다수의 연구에서 생리활성과 관련성이 높은 항산화특성과 페놀성 화합물에 대한 연구가 이루어졌다.

벌개미취(*Aster Koraiensis* Nakai)는 국화과 여러해살이풀

에 속하는 우리나라 자생식물로 고려쑥부쟁이라고 불리기도 하며, 예로부터 어린순을 나물로 먹었다. 전통의학에서는 벌개미취가 천식, 기침, 토혈, 감기, 이담, 이뇨 및 지갈에 효과가 있다고 알려져 있다(Choi HS 2014; Kim 등 2016a; Nam 등 2016). 벌개미취의 생리활성에 대한 연구에서 벌개미취 잎 추출물은 α -glucosidase 억제활성을 나타내었으며 벌개미취 추출물의 효소억제 활성은 isochlorogenic acid A에 의한 것으로 보고되었고(Lee 등 2018), 1형 당뇨병 동물모델에서 벌개미취 추출물에 의한 최종당화산물 생성 억제효과가 확인

† Corresponding author: Seung Eun Lee, Researcher, Dept. of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea. Tel: +82-43-871-5782, Fax: +82-43-871-5759, E-mail: herbin3@korea.kr

되었다(Kim 등 2016b). 항산화와 항염증 효과 연구에서도 별개미취 에탄올 추출물은 우수한 항산화 및 항염증 효과를 나타내었으며 염증관련 인자의 발현 억제에도 효과적이었다(Hong 등 2020). 별개미취의 성분연구에서 일반적인 영양성분 조성과 함께 항산화 물질 함량을 분석한 결과, 추출물에서 80~100 mg GAE/g 수준의 총 페놀 함량을 나타내어 다량의 페놀성 화합물을 포함하는 것으로 보고되었다(Shin & Park 2014). 그러나 별개미취는 우수한 항산화 특성과 다양한 기능성을 나타내며 식용이 가능한 국내 자생자원임에도 불구하고 성분 연구가 매우 제한적으로 이루어져 이에 대한 추가 연구가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 별개미취의 성분에 대한 기초정보를 제공하기 위하여 에탄올 농도를 달리하여 추출물을 제조하고 추출조건에 따른 별개미취 추출물의 항산화특성과 주요 페놀성 화합물 조성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 연구에서 사용된 별개미취는 음성 소재의 국립원예특작과학원 인삼특작부 내 포장에서 2018년 5월에 수확한 잎을 동결건조 후 분쇄하여 사용하였다. 별개미취의 페놀성 화합물 분석에 사용한 표준물질(neochlorogenic acid, chlorogenic acid, 4-*o*-caffeoylquinic acid, 1,3-di-*o*-caffeoylquinic acid, vicenin-1, isochlorogenic acid, luteolin 7-*o*-glucoside, isochlorogenic acid B, isochlorogenic acid A, apigenin 7-*o*-glucoside, isochlorogenic acid C, diosmetin 7-*o*-glucoside, linarin, luteolin, apigenin, diosmetin, eupatorin, acacetin)은 Chengdu Biopurify Phytochemicals Ltd. (Chengdu, Sichuan, China)로부터 구입하였으며, 물과 에탄올은 J.T. Baker(Phillipsburg, NJ, USA)에서 구입하였다. 그 외에 시약은 모두 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 실험에 사용하였다.

2. 에탄올 농도별 별개미취 추출물 제조

에탄올 농도별 추출물의 제조는 별개미취 잎 분말 30 g에 300 mL의 용매를 가하고 상온에서 24시간 정치 후 여과하였으며, 2회 반복 추출하였다. 추출용매는 0, 50, 70, 100%로 에탄올 농도를 달리하여 사용하였다. 추출물은 50°C에서 감압 농축 후 남은 수분에 대하여 동결건조하여 제거하였다. 건조된 추출물의 무게로부터 추출수율을 계산하고 분말화하여 분석용 시료로 사용하였다.

3. 항산화 특성

에탄올 농도별 별개미취 추출물의 항산화 특성을 확인하

기 위하여 총 페놀 함량, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였다. 총 페놀 함량은 Lee 등(2010)의 방법을 변형하여 사용하였다. 추출물 50 μ L에 2% Na_2CO_3 1 mL를 가한 후 3분간 방치하고 1 N Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich) 50 μ L를 가하고 혼합하여 30분간 실온에서 방치하였다. 반응액은 microplate reader로 750 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질로 gallic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하고 총 페놀 함량은 추출물 1 g 중 mg gallic acid로 나타내었다. ABTS 라디칼 소거능은 Re 등(1999)의 방법으로 측정하였다. ABTS⁺ 용액은 7.4 mM 2,2-Azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS, Sigma-Aldrich)와 potassium persulfate 2.6 mM을 12시간 이상 암소에 방치하여 ABTS⁺ 양이온을 형성시켜 사용하였다. ABTS⁺ 용액 190 μ L에 추출물 10 μ L를 가하고 30분 후에 microplate reader로 735 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질로 trolox(Sigma-Aldrich)를 사용하여 추출물 1 g 중 mg trolox 당량으로 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능은 Tepe 등(2006)의 방법으로 측정하였다. 추출물 100 μ L에 0.2 mM DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)용액 400 μ L를 첨가하고 암소에서 30분간 반응시킨 후 microplate reader로 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 trolox를 사용하였으며 추출물 1 g 중 mg trolox 당량으로 나타내었다.

4. 페놀성 화합물 분석

에탄올 농도별 별개미취 추출물의 주요 페놀성 화합물 조성을 확인하기 위하여 추출물 20 mg을 10 mL의 70% 에탄올에 용해하고, 0.45 μ m membrane filter(PTFE, Whatman Inc., NJ, USA)로 여과시킨 후 분석에 사용하였다. 페놀성 화합물 분석에는 HPLC(high performance liquid chromatography, 1200 series, Agilent technologies, Santa Clara, CA, USA)를 사용하였으며, 분석조건은 Fusion hydro-RP 컬럼(250 \times 4.6 mm, 4 μ m, Phenomenex, Torrance, CA, USA), 기울기 용매 조성 0.1% formic acid-ACN/H₂O, 0~5 min(2~2%), 5~12 min(2~5%), 12~17 min(5~8%), 17~65 min(8~30%), 65~68 min(30~30%), 68~78 min(30~50%), 78~100 min(50~100%), 100~110 min(100~100%), 시료 주입량 10 μ L, 유속 1 mL/min, 검출파장 UV 340 nm이었다. 시료에서 검출된 peak는 표준물질의 머무름 시간과 spiking test 및 UV spectrum을 통하여 동정 후 정량하였다.

5. 통계분석

실험 결과의 통계분석은 SPSS(Statistical package for the social science, Ver. 23.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분석결과의 평균과 표준편차를 산출하고, 처리 간 차이를 one-way ANOVA(Analysis of variation)로 분석한 후 Duncan's

multiple range test를 이용하여 검정하였으며($p<0.05$), 항산화 특성 및 주요 페놀성 성분과 에탄올 농도간의 상관성 분석은 Pearson's correlation coefficient로 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 에탄올 농도에 따른 벌개미취 추출물의 추출수율 및 항산화 특성

에탄올 농도별 벌개미취 추출물의 추출수율, 총 페놀 함량, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과, 추출용매에 따라 벌개미취 추출물의 추출수율은 감소하였고 항산화 특성은 증가하여 에탄올 농도 변화에 의존적인 결과를 나타내었다(Table 1). 에탄올 농도에 따른 벌개미취 추출물의 추출수율은 0, 50, 70 및 100% 에탄올 농도에서 각각 34.2, 23.2, 21.0 및 5.5%를 나타내어 에탄올 농도가 증가함에 따라 수율이 감소하는 것으로 나타났으며, 50%와 70%에서는 큰 차이를 보이지 않았다. 총 페놀 함량, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능은 추출용매의 에탄올 농도에 따라 증가를 나타내어 물 추출물의 총 페놀, ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능이 각각 37.74 mg GAE/g, 65.36 mg TE/g 및 4.84 mg TE/g을 나타내었을 때 100% 에탄올 추출물은 263.89 mg GAE/g, 106.74 mg TE/g 및 103.43 mg TE/g으로 에탄올 추출물의 항산화 특성이 우수하였다. 특히 총 페놀 함량 측면에서 에탄올 농도가 0, 50, 70 및 100%일 때 37.74, 119.71, 164.78 및 263.89 mg GAE/g으로 크게 증가하였다. ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능에 대한 경향도 총 페놀 함량 결과와 유사하였다. 에탄올 농도에 따른 항산화 특성의 차이는 벌개미취의 항산화 물질이 주로 물보다는 알코올에 쉽게 용해되는 물질 위주로 구성됨에 따른 차이와, 물의 비율이 높을수록 항산화 물질 이외의 성분이 추출됨에 따라 항산화 물질의 비율이 상대적으로 낮아지는 것에 의한 것으로 판단된다.

벌개미취의 항산화 활성에 대한 연구(Shin & Park 2014)에서 열수 및 80% 에탄올 추출물의 총 페놀 함량은 각각 87.7

mg GAE/g과 112.4 mg GAE/g으로 본 연구와 같이 물 추출물보다 에탄올로 추출하였을 때 총 페놀 함량이 더 높았으며, 항산화 활성에서도 유사한 경향을 나타내었다. Lee 등(2018)의 연구에서도 에탄올 농도에 따른 벌개미취 추출물의 총 항산화력을 비교하였을 때 에탄올 농도가 증가할수록 활성이 증가하는 것으로 나타났다. 벌개미취 외 국화과 식물의 항산화 활성 연구로 Lee 등(2010)의 큰수리취와 국화수리취의 항산화 활성에 대한 연구에서 에탄올 추출물의 총 페놀함량이 각각 195.7 mg/g과 216.2 mg/g으로 우수한 항산화 특성을 나타내었다. 그에 반해 고들빼기 메탄올 추출물의 총 페놀 함량은 39.2 mg/g(Kim 등 2010), 씀바귀 에탄올 추출물의 총 페놀 함량은 4.01 mg/g(Park SJ 2014)을 나타내어 동일한 국화과 식물 간에도 많은 차이를 나타내는 것으로 판단된다.

2. 에탄올 농도에 따른 벌개미취 추출물의 주요 페놀성 화합물 조성

에탄올 농도별 벌개미취 추출물의 주요 페놀성 화합물을 분석한 결과는 Fig. 1과 Table 2에 나타내었다. 분석에 사용한 페놀성 화합물 표준품 18종 중 neochlorogenic acid($y=9.6473x+5.6957$, $R^2=0.9995$), chlorogenic acid($y=15.5070x+0.5217$, $R^2=0.9987$), isochlorogenic acid A($y=12.3850x+3.6087$, $R^2=0.9980$), B($y=10.8800x$, $R^2=0.9990$), C($y=12.7080x-0.1739$, $R^2=0.9988$), 4-*o*-caffeoylquinic acid($y=11.7120x+6.0000$, $R^2=0.9993$), isochaf-toside($y=8.1252x+2.7826$, $R^2=0.9984$), luteolin-7-*o*-glucoside($y=15.8970x-2.0435$, $R^2=0.9992$), apigenin-7-*o*-glucoside($y=17.9900x+2.4348$, $R^2=0.9984$), luteolin($y=24.3700x-3.0870$, $R^2=0.9991$)이 검출되어 정량하였다. 정량 결과, 벌개미취 추출물의 주요 페놀성 화합물은 주로 caffeoylquinic acid류이었으며 chlorogenic acid, isochlorogenic acid A, isochlorogenic acid C가 높은 함량을 나타내었다. 0, 50, 70 및 100% 에탄올 추출물에서 chlorogenic acid는 21.264, 47.510, 58.666 및 57.925 mg/g, isochlorogenic acid A는 10.432, 60.250, 71.756 및 145.353 mg/g, isochlorogenic acid C는 0.239, 3.257, 13.148 및 4.768

Table 1. Extraction yield and antioxidant properties of *Aster koraiensis* with different ethanol concentrations of extraction solvent

| Extraction yield and antioxidant properties | Ethanol concentration of extraction solvent (%) | | | |
|---|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 0 | 50 | 70 | 100 |
| Extraction yield (%) | 34.2 | 23.2 | 21.0 | 5.5 |
| TPC (mg GAE/g extract, d.b.) | 37.74±3.24 ^d | 119.71±3.24 ^c | 164.78±5.58 ^b | 263.89±4.38 ^a |
| ABTS (mg TE/g extract, d.b.) | 65.36±3.01 ^d | 80.96±1.40 ^c | 91.49±1.00 ^b | 106.74±2.00 ^a |
| DPPH (mg TE/g extract, d.b.) | 4.84±1.16 ^d | 30.52±5.31 ^c | 56.48±2.26 ^b | 103.43±2.02 ^a |

Different letters in the same horizontal line indicates a significant difference ($p<0.05$) among different ethanol concentration of extraction solvent. Antioxidant properties: TPC; total phenolic content, ABTS; ABTS radical scavenging activity, DPPH; DPPH radical scavenging activity. GAE: gallic acid equivalent, TE: trolox equivalent.

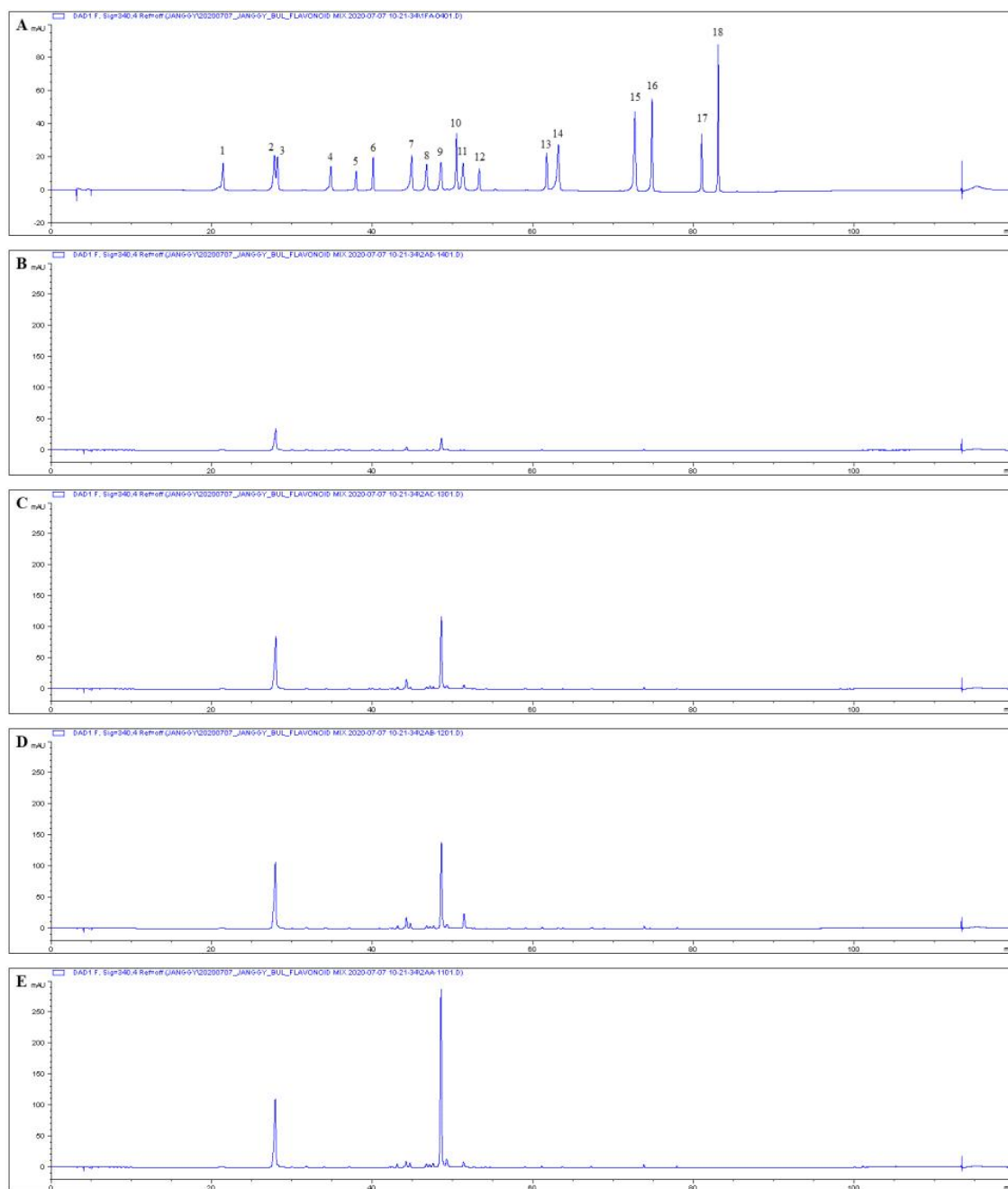


Fig. 1. Typical chromatograms of *Aster koraiensis* extracts with different ethanol concentrations. Samples: A; standards, B; water extract, C; 50% ethanol extract, D; 70% ethanol extract, E; 100% ethanol extract. Standards: 1; neochlorogenic acid, 2; chlorogenic acid, 3; 4-*o*-caffeoylquinic acid, 4; 1,3-di-*o*-caffeoylquinic acid, 5; vicenin-1, 6; isochoaftoside, 7; luteolin 7-*o*-glucoside, 8; isochlorogenic acid B, 9; isochlorogenic acid A, 10; apigenin 7-*o*-glucoside, 11; isochlorogenic acid C, 12; diosmetin 7-*o*-glucoside, 13; linarin, 14; luteolin, 15; apigenin, 16; diosmetin, 17; eupatorin, 18; acacetin.

mg/g을 나타내었다. 에탄올 농도에 따른 차이는 isochlorogenic acid A 함량에서 100% 에탄올 추출물에서 가장 높은 함량을 나타내어 항산화 특성 결과와 유사한 경향을 나타내었다. Chlorogenic acid와 isochlorogenic acid C는 isochlo-

rogenic acid A와 달리 70% 에탄올에서 가장 높은 함량을 나타내었다.

Lee 등(2018)과 Kim 등(2016a) 연구에서도 별개미취 추출물의 주요 성분은 chlorogenic acid와 같은 caffeoylquinic acid

Table 2. Phenolics composition of *Aster koraiensis* with different ethanol concentrations of extraction solvent

| Phenolics (mg/g extract, d.b.) | Ethanol concentration of extraction solvent (%) | | | |
|----------------------------------|---|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | 0 | 50 | 70 | 100 |
| Neochlorogenic acid | 0.296±0.010 ^c | 0.508±0.007 ^a | 0.327±0.017 ^b | 0.290±0.007 ^c |
| Chlorogenic acid | 21.264±0.717 ^c | 47.510±0.641 ^b | 58.666±2.992 ^a | 57.925±1.355 ^a |
| Isochlorogenic acid A | 10.432±0.179 ^d | 60.250±1.765 ^c | 71.756±2.418 ^b | 145.353±4.259 ^a |
| Isochlorogenic acid B | 0.271±0.016 ^d | 2.008±0.143 ^c | 2.895±0.039 ^b | 3.539±0.180 ^a |
| Isochlorogenic acid C | 0.239±0.004 ^d | 3.257±0.232 ^c | 13.148±0.178 ^a | 4.768±0.243 ^b |
| 4- <i>o</i> -Caffeoylquinic acid | 0.555±0.033 ^d | 1.067±0.018 ^c | 1.793±0.053 ^b | 2.220±0.075 ^a |
| Isochaftoside | 0.395±0.005 ^a | 0.290±0.007 ^b | ND | ND |
| Luteolin-7- <i>o</i> -glucoside | 0.064±0.003 ^d | 1.351±0.046 ^c | 2.958±0.087 ^a | 2.643±0.156 ^b |
| Apigenin-7- <i>o</i> -glucoside | ND | 0.088±0.006 ^c | 0.363±0.005 ^a | 0.294±0.015 ^b |
| Luteolin | ND | 3.602±0.213 ^a | 3.102±0.221 ^b | ND |

Different letters in the same horizontal line indicates a significant difference ($p < 0.05$) among different ethanol concentration of extraction solvent.

ND: not detected.

류였으며, 추출용매의 에탄올 농도 증가에 따라 함량이 증가하고 주요 기능성분의 추출에 물보다는 에탄올 수용액이 더 적합한 것으로 보고하여 본 연구의 결과와 일부 유사하였다. 다만 대부분의 별개미취 연구에서 chlorogenic acid 외의 페놀성 화합물에 대한 분석이 이루어지지 않아 본 연구결과와 직접적인 비교가 어려울 것으로 판단된다. 별개미취 외 국화과 식물의 페놀성 화합물에 대한 연구로 Balamurugan 등(2020)의 참쑥(*Artemisia dubia*)과 참취(*Aster scarber*)의 페놀성 화합물에 대한 연구에서 참쑥에서는 chlorogenic acid와 coumarin을, 참취에서는 chlorogenic acid, isochlorogenic acid A, isochlorogenic acid B 및 isochlorogenic acid C를 보고하여 별개미취와 유사한 특성을 나타내었다. Zhao 등(2015) 개미취(*Aster tataricus*)의 페놀성 화합물에 대한 연구에서도 주요 페놀성 화합물은 chlorogenic acid, isochlorogenic acid A 및 isochlorogenic acid B가 검출되어 caffeoylquinic acid류의 함유는 *Aster*속 식물 간 공통된 특성으로 판단되었다.

3. 추출용매의 에탄올 농도와 항산화 특성 및 페놀성 화합물간의 상관성 분석

에탄올 농도별 별개미취 추출물에서 추출용매의 에탄올 농도와 항산화 특성 및 페놀성 화합물간의 상관성을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 에탄올 농도와 양의 상관관계를 나타낸 요소는 총 페놀 함량(0.981), ABTS 라디칼 소거능(0.984), DPPH 라디칼 소거능(0.956), chlorogenic acid(0.940), isochlorogenic acid A(0.959), isochlorogenic acid B(0.991), 4-*o*-caffeoylquinic acid(0.970), luteolin-7-*o*-glucoside(0.915) 및 apigenin-7-*o*-glucoside(0.845)에서 에탄올 농도와 높은 양의 상관관계

($p < 0.01$)를 나타내어 에탄올 농도에 의존적인 특성을 보였다. 반면 isochaftoside 함량은 $-0.909(p < 0.01)$ 로 음의 상관관계를 나타내어 에탄올 농도가 증가할수록 감소하였다. 에탄올 농도에 의존적으로 증가하는 요소 간에는 양의 상관관계를 나타내었다. 이러한 결과는 추출용매의 에탄올 농도를 높여서 추출하는 것이 항산화 특성과 주요 페놀성 화합물의 추출에 도움이 되는 것을 의미하며, 추출 수율까지 고려한다면 추출 수율이 50% 에탄올 추출과 유사한 수준이면서 항산화 특성과 페놀성 화합물 함량이 가장 우수한 70% 에탄올이 적절할 것으로 판단된다.

요약 및 결론

별개미취는 국내에 자생하는 식용 가능한 국화과 식물로 기능성 소재로서 활용 가치가 크다. 그러나 별개미취에 대한 연구는 매우 제한적으로 이루어져 있다. 본 연구에서는 별개미취의 활용을 위한 항산화 특성과 주요 페놀성 화합물 함량을 에탄올 농도별 추출물에 대하여 확인하였다. 에탄올 농도별 추출물의 추출 수율은 에탄올 농도가 증가함에 따라 감소하였으며, 0, 50, 70 및 100% 에탄올에서 34.2, 23.2, 21.0 및 5.5%를 나타내었다. 항산화 특성과 페놀성 화합물에 대한 분석 결과, 에탄올 농도에 따라 항산화 특성과 페놀성 화합물의 조성은 크게 달라졌으며, 에탄올 농도가 증가할수록 항산화 특성과 페놀성 화합물 함량이 우수한 것으로 나타났다. 에탄올 농도별 별개미취 추출물의 주요 페놀성 화합물은 chlorogenic acid(21.264~58.666 mg/g), isochlorogenic acid A(10.432~145.353 mg/g), isochlorogenic acid C(0.239~13.148

Table 3. Correlation analysis among ethanol concentration of extraction solvent and factors related antioxidant properties and phenolics

| Factors | EtOH | TPC | ABTS | DPPH | NCA | CA | ICA A | ICA B | ICA C | 4-CQA | ICS | Luteolin-7-G | Apigenin-7-G | Luteolin |
|--------------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|--------------|----------|
| EtOH | 1.000 | 0.981** | 0.984** | 0.956** | -0.084 | 0.940** | 0.959** | 0.991** | 0.548 | 0.970** | -0.909** | 0.915** | 0.845** | 0.116 |
| TPC | 0.981** | 1.000 | 0.991** | 0.989** | -0.213 | 0.864** | 0.990** | 0.957** | 0.439 | 0.973** | -0.886** | 0.856** | 0.802** | -0.072 |
| ABTS | 0.984** | 0.991** | 1.000 | 0.980** | -0.210 | 0.889** | 0.973** | 0.970** | 0.506** | 0.979** | -0.912** | 0.889** | 0.840** | -0.018 |
| DPPH | 0.956** | 0.989** | 0.980** | 1.000 | -0.316 | 0.815** | 0.982** | 0.929** | 0.417 | 0.968** | -0.884** | 0.830** | 0.796** | -0.168 |
| NCA | -0.084 | -0.213 | -0.210 | -0.316 | 1.000 | 0.092 | -0.180 | -0.062 | -0.128 | -0.294 | 0.349 | -0.142 | -0.319 | 0.761** |
| CA | 0.940** | 0.864** | 0.889** | 0.815** | 0.092 | 1.000 | 0.813** | 0.969** | 0.741** | 0.903** | -0.898** | 0.965** | 0.889** | 0.418 |
| ICA A | 0.959** | 0.990** | 0.973** | 0.982** | -0.180 | 0.813** | 1.000 | 0.924** | 0.320 | 0.936** | -0.818** | 0.785** | 0.717** | -0.129 |
| ICA B | 0.991** | 0.957** | 0.970** | 0.929** | -0.062 | 0.969** | 0.924** | 1.000 | 0.634* | 0.971** | -0.929** | 0.952** | 0.888** | 0.196 |
| ICA C | 0.548 | 0.439 | 0.506 | 0.417 | -0.128 | 0.741** | 0.320 | 0.634* | 1.000 | 0.617* | -0.782** | 0.836** | 0.875** | 0.515 |
| 4-CQA | 0.970** | 0.973** | 0.979** | 0.968** | -0.294 | 0.903** | 0.936** | 0.971** | 0.617* | 1.000 | -0.966** | 0.937** | 0.915** | -0.007 |
| ICS | -0.909** | -0.886** | -0.912** | -0.884** | 0.349 | -0.898** | -0.818** | -0.929** | -0.782** | -0.966** | 1.000 | -0.974** | -0.984** | -0.088 |
| Luteolin-7-G | 0.915** | 0.856** | 0.889** | 0.830** | -0.142 | 0.965** | 0.785** | 0.952** | 0.836** | 0.937** | -0.974** | 1.000 | 0.978** | 0.297 |
| Apigenin-7-G | 0.845** | 0.802** | 0.840** | 0.796** | -0.319 | 0.889** | 0.717** | 0.888** | 0.875** | 0.915** | -0.984** | 0.978** | 1.000 | 0.194 |
| Luteolin | 0.116 | -0.072 | -0.018 | -0.168 | 0.761** | 0.418 | -0.129 | 0.196 | 0.515 | -0.007 | -0.088 | 0.297 | 0.194 | 1.000 |

Factors: EtOH: ethanol concentration of extraction solvent, TPC; total phenolic content, ABTS; ABTS radical scavenging activity, DPPH; DPPH radical scavenging activity, NCA; neochlorogenic acid, CA; chlorogenic acid, ICA A; isochlorogenic acid A, ICA B; isochlorogenic acid B, ICA C; isochlorogenic acid C, 4-CQA; 4-*o*-caffeoylquinic acid, ICS; isochlorogenic acid, Luteolin-7-G; Luteolin-7-*o*-glucoside, Apigenin-7-G; apigenin-7-*o*-glucoside, and Luteolin.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

mg/g)이었다. 검출된 페놀성 화합물 중 chlorogenic acid, isochlorogenic acid A, B, 4-*o*-caffeoylquinic acid, luteolin-7-*o*-glucoside 및 apigenin-7-*o*-glucoside 함량은 에탄올 농도와 높은 상관관계를 나타내었다. 이러한 결과는 우수한 항산화 특성과 높은 페놀성 화합물 함량으로 별개미취의 활용 가능성이 높을 것으로 판단되며, 항산화 특성, 페놀성 화합물 함량 및 추출수율을 고려하였을 때 추출용매의 에탄올 농도는 70%가 적절하였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 원예특작시험연구사업의 지원에 의해 수행된 연구과제(과제번호: PJ01508902)의 일부 결과이며 이에 감사드립니다.

References

- Balamurugan R, Park J, Lee JK. 2020. Anti-nosemosis activity of phenolic compounds derived from *Artemisia dubia* and *Aster scaber*. *J Apic Res* 1-11
- Choi HS. 2012. A comparison of volatile flavor characteristics of Chwi-namuls by terpenoid analysis. *Korean J Food Nutr* 25:930-940
- Choi HS. 2014. The quantitative changes of major compounds from *Aster koraiensis* Nakai essential oil by harvesting time. *Korean J Food Nutr* 27:194-202
- Hong SC, Ha JH, Lee JK, Jung SH, Kim JC. 2020. *In vivo* anti-inflammation potential of *Aster koraiensis* extract for dry eye syndrome by the protection of ocular surface. *Nutrients* 12:3245
- Kim EM, Won SI. 2009. Functional composition and antioxidative activity from different organs of native *Cirsium* and *Carduus* genera. *Korean J Food Cookery Sci* 25:406-414
- Kim J, Jo K, Lee IS, Kim CS, Kim JS. 2016a. The extract of *Aster koraiensis* prevents retinal pericyte apoptosis in diabetic rats and its active compound, chlorogenic acid inhibits AGE formation and AGE/RAGE interaction. *Nutrients* 8:585
- Kim J, Kim CS, Kim JS. 2016b. Inhibitory effects of the EtOH extract of *Aster koraiensis* on AGEs formation in STZ-induced diabetic rats and AGEs-induced protein cross-linking *in vitro*. *Korean J Pharmacogn* 47:312-318
- Kim MJ, Park HS, Lee CI, Kim SH, Kim PN, Huh W, Lee DY, Son JC. 2010. Component analysis and antioxidant effects of *Youngia sonchifolia* Max. *J Food Hyg Saf* 25:354-359
- Kim RJ, Kang MJ, Hwang CR, Jung WJ, Shin JH. 2012. Antioxidant and cancer cell growth inhibition activity of five different varieties of *Artemisia* cultivars in Korea. *J Life Sci* 22:844-851
- Lee HK, Hwang IG, Kim HY, Woo KS, Lee SH, Woo SH, Lee

- JS, Jeong HS. 2010. Physicochemical characteristic and antioxidant activities of cereals and legumes in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1399-1404
- Lee KJ, Yun IJ, Kim HY, Kim KH, Kim YJ, Kim DW, Lim SH. 2010. Antioxidative activity of solvent extracts from *Synurus excelsus* and *Synurus palmatopinnatifidus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1893-1897
- Lee TG, Hyun SW, Lee IS, Park BK, Kim JS, Kim CS. 2018. Antioxidant and α -glucosidase inhibitory activities of the extracts of *Aster koraiensis* leaves. *Korean J Med Crop Sci* 26:382-390
- Nam HH, Son CK, Lee JH, Kwon JB. 2016. Photosynthetic characteristics of Korean endemic plant, *Aster koraiensis* Nakai according to growth and development conditions. *Korean J Plant Res* 29:393-399
- Park SJ. 2014. Antioxidant and anti-adipogenic effects of ethanolic extracts from *Ixeris dentata* Nakai. *Korean J Culin Res* 20:133-142
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26:1231-1237
- Shin EH, Park SJ. 2014. Component analysis and antioxidant activity of *Aster koraiensis* Nakai. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:74-79
- Tepe B, Sokmen M, Akpulat HA, Sokmen A. 2006. Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. *Food Chem* 95:200-204
- Zhao DX, Hu BQ, Zhang M, Zhang CF, Xu XH. 2015. Simultaneous separation and determination of phenolic acids, pentapeptides, and triterpenoid saponins in the root of *Aster tataricus* by high-performance liquid chromatography coupled with electrospray ionization quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *J Sep Sci* 38:571-575

Received 17 October, 2021

Revised 19 October, 2021

Accepted 05 November, 2021