



알코올 농도 및 숙성 온도에 따른 삼지구엽초 담금주의 이카린 함량 및 항산화 활성

장미란 · 김건희*

덕성여자대학교 식물자원연구소

Change in Icariin Contents and Antioxidant activity during Ripening Period of *Epimedium* Wine

Miran Jang, Gun-Hee Kim*

Plant Resources Research Institute, Duksung Women's University, Seoul 01369, Korea

Abstract

This study was designed to investigate the contents of icariin during ripening of *Epimedium koreanum* with sugar and Soju (25, 30, and 35% alcohol contents) using a homemade method. Contents of icariin of *Epimedium* wine were examined using high performance liquid chromatography. Icariin levels in *Epimedium* wine increased during the first 3 days of storage; after 6 days, icariin contents decreased gradually until 30 days. Contents of icariin in *Epimedium* wine by storage temperature (5 and 20°C) were not different during storage. After 30 days, icariin was not detected in all tested *Epimedium* wines. *Epimedium* wines were assessed for 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) and (ABTS) radical scavenging activity. DPPH and ABTS radical scavenging activities increased in early storage periods, however, after 6 or 9 days, activities decreased gradually.

Key Words: *Epimedium koreanum*, wine, icariin, DPPH, ABTS

1. 서 론

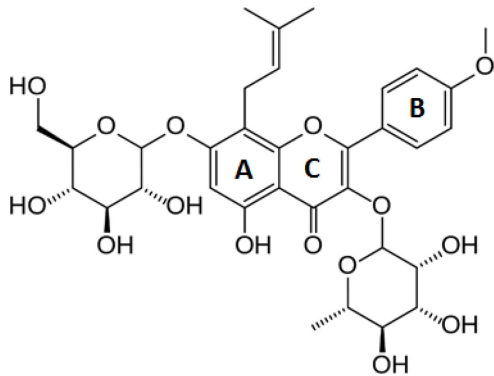
음양곽으로 불리는 *Epimedium*속 식물은 매자나무과 (*Berberidaceae*) 식물로서 50종 이상이 보고되고 있으며 산지의 계곡 및 그늘에 자생하는 다년생 초목이다(Ma et al. 2011; Lee et al. 2016). 음양곽은 2000년 전부터 한국, 중국, 일본 등의 아시아 지역에서 전통적으로 민간에서 약용으로 사용하였으며(Ma et al. 2011), 현재는 음양곽 중에서 삼지구엽초(*Epimedium koreanum*), 중국음양곽(*Epimedium brevicornum*), 유모음양곽(*Epimedium pubescens*), 전엽음양곽(*Epimedium sagittatum*), 무산음양곽(*Epimedium wushanense*)의 지상부가 약전에 수록되어 약용으로 이용되고 있다(Zhao et al. 2008). 그 중, 삼지구엽초는 유일하게 국내 자생종으로 주로 한반도의 중부 이북 쪽에서 자생한다.

이카린(icariin)은 삼지구엽초의 주요 성분으로서 지속적 또는 과량 섭취 시 구토, 어지러움, 간독성 및 생식독성을 야기할 수 있어 약용으로만 허용되고(Wu et al. 2003), 식품에 사용될 경우 부정물질로 분류되었다. 그러나 민간에서는 예부터 전통적으로 삼지구엽초를 담금주나 침출차로 제조하여

음용하고 있었으며, 최근 매체를 통하여 삼지구엽초의 생리활성이 알려지면서 소비자들의 구매 요구도가 높은 실정이었다. 따라서 2014년 식품의약품안전처에서는 식품 개발 활성화를 목적으로 최근 국내 자생종인 삼지구엽초의 지상부에 한하여 안전한 농도 내에서 침출차 및 주류의 원료로 허용하였다(식품의약품안전처 고시 제 2014-164호 '식품의 기준 및 규격'). 삼지구엽초 추출물의 이카린 함량 분석 및 그에 따른 생리활성 연구는 활발하게 진행되고 있음에도 불구하고, 실제로 식품으로서 섭취형태인 삼지구엽초 담금주의 이카린 함량에 대한 조사 연구는 매우 부족한 실정이다.

삼지구엽초의 지표활성 물질은 프레닐플라보노이드(prenyl-flavonoid)로서 이카린(icariin), 에피메딘 A(epimedin A), 에피메딘 B(epimedin B), 에피메딘 C(epimedin C)가 대표적이며, 그 외에도 이카리사이드 I(icariside I)과 이카리사이드 II(icariside II) 및 이카리틴(icaritin)이 소량 함유되어있다. 삼지구엽초 및 이들 활성 물질은 폐경기 증상, 뼈 건강, 생식기능 강화 및 면역력 증진을 목적으로 쓰이며 최근에는 노화 예방에 관련된 항산화 및 산화적 스트레스에 대한 세포 보호효과 등의 활성이 보고되고 있다(Wu et al. 2003; Wang

*Corresponding author: Gun-Hee Kim, Department of Food and Nutrition, Duksung Women's University, 33 Samyang-ro 144-gil, Dobong-gu, Seoul 01369, Korea Tel: 82-2-901-8496 Fax: 82-2-901-8661 E-mail: ghkim@duksung.ac.kr



<Figure 1> Chemical structure of icariin.

et al. 2010; Ma et al. 2011). 특히, 삼지구엽초에 가장 다량 함유하고 있는 이카린은 C환에 글리코실기와 A환에 람노실기 2개의 당을 포함하고 있는데<Figure 1>, 체내 대사작용 및 효소 분해 기작을 통하여 C환의 글리코실기가 분리된 이카리사이드 I, A환의 람노실기가 분리된 이카리사이드 II 및 두 개의 당이 모두 분리된 이카리틴으로 분해되는 것으로 보고되어 있어(Wu et al. 2003) 삼지구엽초를 담금주로 제조하였을 때 숙성 과정에서 이카린 및 이들 분해산물의 함량 변화를 조사할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 삼지구엽초를 약리시장에서 구매하여 일반 소비자들이 가정에서 제조하는 방식으로 알코올 농도가 다른 담금소주를 이용하여 담금주를 제조하였고, 숙성 기간에 따른 이카린 함량을 조사하였다 또한, 삼지구엽초주를 5°C와 20°C에 저장·숙성하면서 온도에 따른 이카린 함량을 조사하였으며, 이카린 함량에 따른 삼지구엽초주의 항산화 활성을 확인하였다.

II. 연구 내용 및 방법

1. 재료 및 시약

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS), potassium persulfate,

sodium phosphate 및 phosphoric acid은 모두 Sigma-Aldrich사(St. Louis, MO, USA)로부터 구입하였다. 삼지구엽초 및 삼지구엽초 담금주의 이카린 및 분해산물 분석에 사용한 표준물질은 ChemFaces (Wuhan, China)에서 구입하였다. 이동상으로 활용된 Acetonitrile은 HPLC 분석등급으로 Millipore (Bedford, MA, USA)에서 구입하였다.

2. 삼지구엽초 담금주 제조

실험에 사용된 삼지구엽초는 홍천지역의 것으로 2015년에 경동시장에서 구매하였으며, 담금주의 분석은 주류분석규정(Henry et al. 1987)에 따라 알코올 농도를 확인하여 사용하였다. 삼지구엽초 담금주의 재료 비율은 삼지구엽초:설탕:담금소주가 2:1:3 (w/w/v)이 되도록 맞추어 일반가정에서 사용하는 2,000 mL 용량의 용기에 넣어 실온의 그늘진 곳에서 보관하였다. 담금소주(국순당) 알코올 농도에 따른 이카린 함량 조사를 위하여 2015년 7월에 알코올 농도가 25, 30 및 35% 제품을 사용하여 담금주를 제조하였고, 조제 시점부터 30일까지 3일 간격으로 관찰하였으며, 이후 60일, 90일째에 측정하였다. 또한, 저장 온도에 따른 이카린 함량 조사를 위하여 7월에 제조한 담금주의 재료와 동일한 재료를 사용하여 2015년 9월에 새로 담금주를 조제하여 5°C 및 20°C에서 저장하였고, 조제 시점부터 10일까지 매일 관찰하다가 이후 10일 간격으로 50일까지 관찰하였다.

3. 이카린 함량 분석

삼지구엽초 담금주의 이카린 및 분해산물인 이카리사이드 I, II 및 이카리틴은 HPLC-DAD (Dionex, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 분석하였으며, sunfire C18 컬럼(4.6×250 mm, 5 μm, Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였다. HPLC 분석 조건은 <Table 1>에 나타내었다. 삼지구엽초의 이카린 및 그 분해산물은 추출물과 표준물질간의 피크 머무름 시간 및 피크 스펙트럼을 비교 분석하여 확인하였으며, 각각의 성분 함량 분석은 내부 표준물질로 사용하여 정량하였다.

<Table 1> HPLC condition for analysis of icariin from *Epimedium* wine

HPLC system	
	(A) acetonitrile (B) 0.1% (v/v) formic acid in water
Solvent and gradient	Gradient: initial 0-8 min, linear change from A-B (100:0, v/v) to A-B (65:35, v/v); 8-16 min, holding for A-B (65:35, v/v); 16-27 min, linear change to A-B (50:50, v/v); 27-36 min holding for A-B (50:50, v/v); 36-40 min, linear change to A-B (80:20, v/v); Finally, washing column with 100% B for 5 min with total run time of 45 min.
Column temperature	35°C
Wavelength	270 nm
Flow rate	0.5 mL/min

4. DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거활성은 농도별 시료에 0.2 mM DPPH 용액을 동일 비율로 가하여 잘 혼합하고, 암소에서 30분간 방치한 후 UV-spectrophotometer (SpectraMax M2, Molecular Decives, USA)를 이용하여 515 nm에서 흡광도를 측정하였다(Li et al. 2005). 삼지구엽초주 항산화능은 퀘르세틴의 표준곡선을 이용하여 mg Qer/dry weight(DW)로 나타내었다.

5. ABTS 라디칼 소거능

ABTS와 과황산칼륨(potassium persulfate)을 혼합하여 암소에 두면 ABTS 양이온이 생성되는데 추출물의 산화방지 물질과 반응하여 양이온이 소거됨으로써 특유의 청록색이 탈색되며 이의 흡광도를 측정하여 산화방지 능력을 측정할 수 있다(Braca et al. 2003). 7.4 mM ABTS 용액과 2.6 mM 과황산칼륨을 혼합하여 암소에서 약 24시간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도가 0.7 ± 0.03 가 되도록 phosphate buffer saline (PBS, pH 7.4)으로 희석하여 사용하였다. 희석한 용액 950 μ L에 농도별로 조제한 시료 50 μ L를 첨가하여 잘 혼합하고 실온에 10분간 방치한 다음 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과 값은 시료를 첨가하지 않은 대조군과 비교하여 라디칼의 제거활성으로 나타냈으며, 삼지구엽초주 항산화능은 퀘르세틴의 표준곡선을 이용하여 mg Qer/dry weight (DW)로 나타내었다.

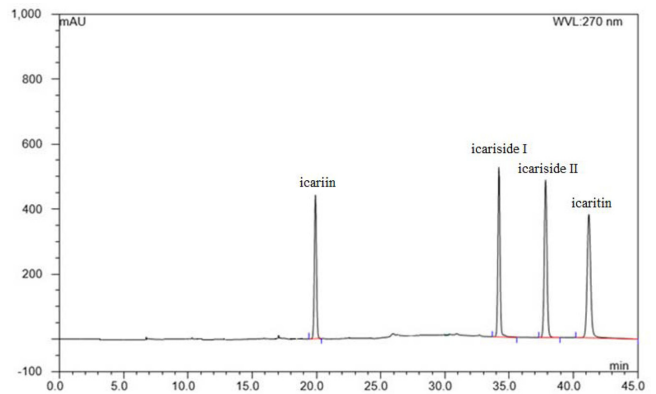
6. 통계처리

본 실험연구에서 얻어진 모든 측정치는 평균값과 표준편차로 나타내었고, 각 평균치간 차이에 대한 유의성은 SPSS program (ver. 19.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 ANOVA를 실시하고, Duncan's multiple range test로 각 군의 평균 차이에 대한 사후 검정을 하였으며, 통계적 유의성을 5% 수준에서 분석하였다.

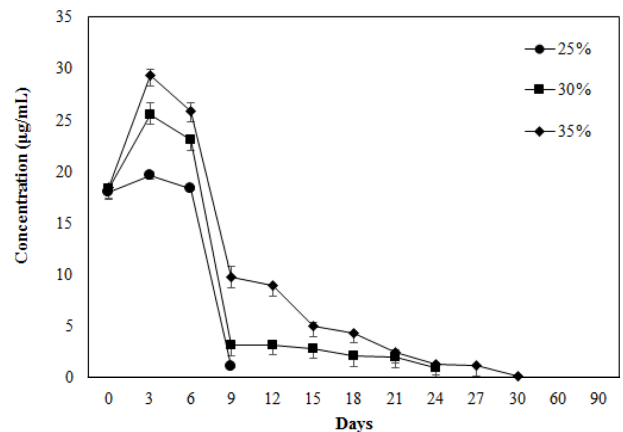
III. 결과 및 고찰

1. 알코올 함량에 따른 저장 중 이카린 함량 변화

삼지구엽초에 대한 연구는 대부분 약리작용 및 생리활성에 대한 것으로서, 삼지구엽초를 식품으로서 활용도를 높이고, 소비자들의 이해를 돕기 위해서는 삼지구엽초 원재료에 대한 연구 외에도 섭취형태인 담금주에 대한 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 삼지구엽초를 일반 소비자들이 가정에서 제조하는 방식을 따라 삼지구엽초 담금주를 제조하여, 숙성 기간에 따른 이카린 함량을 조사하였으며, 숙성 과정 중 이카린의 함량과 분해산물의 함량 변화를 관찰하였다<Figure 2, 3>. 삼지구엽초를 25, 30 및 35% 알코올이 함유된 담금 소주를 이용하여 제조한 후, 숙성기간 동안 이카린 함량을 측정 한 결과 담금 소주의 알코올 함량이 높을수록 이카린의 추출 수율이 높은 것으로 나타났다. 90일 숙성 기간 동안 이카

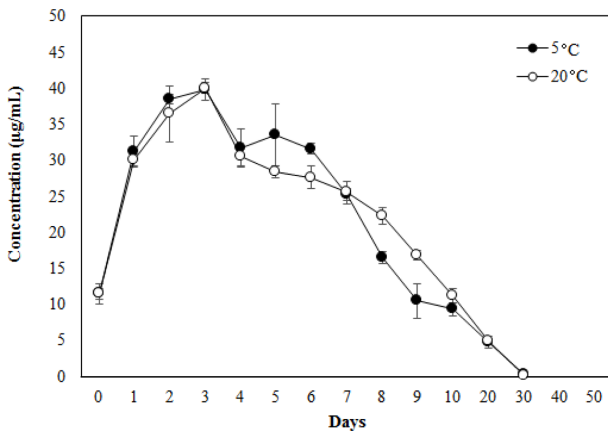


<Figure 2> HPLC chromatogram of mixed standards of icariin, icariside I, icariside II and icaritin.



<Figure 3> Contents of icariin in *Epimedium* wine by alcohol content of Soju and storage period. Each value is expressed as mean value±standard deviation (n=5).

린의 함량 변화를 관찰하였을 때 3일차에 35% 알코올 농도의 담금주에서 $29.30 \pm 0.60 \mu\text{g/mL}$, 30% 알코올 농도의 담금주에서 $25.57 \pm 1.09 \mu\text{g/mL}$, 25% 알코올 농도의 담금주에서 $19.62 \pm 0.37 \mu\text{g/mL}$ 로 최대치를 나타내었다가 6일 이후에 급격하게 감소하였다. 이카린은 저장일 수가 증가함에 따라 함량이 지속적으로 감소하다가 25% 및 30% 알코올이 포함된 담금 소주로 제조한 담금주에서는 24일 이후에 검출되지 않았으며, 35% 알코올이 포함된 담금 소주로 제조한 담금주에서는 30일 이후 검출되지 않았다. 플라보노이드 배당체인 이카린이 감소하는 현상이 이카린에서 당이 분리되고 이에 따라 그 분해산물인 이카리사이드 또는 이카리틴으로 분해되기 때문인지를 확인하기 위하여 이들 물질을 내부표준물질로 사용하여 분석하였으나 이카리사이드와 이카리틴이 새롭게 생성되지 않는 것으로 확인되었다. 따라서 삼지구엽초 담금주의 저장 기일이 증가하면서 이카린이 감소하는 현상은 이카린에서 당이 분리되어 이카리사이드와 이카리틴이 생성되는 것이 아니라 플라보노이드 기본구조에서의 환이 개환되거나, 기타 작용기가 분리되기 때문으로 사료된다.



<Figure 4> Contents of icariin in *Epimedium* wine by storage temperature and period. Each value is expressed as mean value±standard deviation (n=5).

Wu et al.(2003)에 의하면 40여종의 다양한 음양곽의 이카린 함량은 자생지역 및 수확시기에 따라 달라지기는 하지만 평균적으로 0.34%를 나타낸다고 한다. 또한 대한약전에 의하면 약용으로 사용되는 음양곽은 지상부의 건조 중량 대비 이카린이 0.3% 이상 함유된 것으로 고지되어있다(MFDS approval database, 2016). 그러나 약용 추출물의 형태가 아닌 삼지구엽초 담금주에서의 이카린 함량을 조사한 결과 가장 함량이 높게 관찰된 시료를 기준으로 사용된 삼지구엽초의 건조중량 대비 0.05% 정도로 추출물 대비 미량이 검출되는 것으로 확인되었다. 식품의약품안전처의 식품의 기준 및 규격에는 식품원료로 쓰이는 삼지구엽초의 사용 농도는 ‘안전한 범위 내’라고 모호하게 명시되어있어 소비자에게 혼란을 야기할 수 있으나 본 연구를 통하여 삼지구엽초를 담금

주로 활용하였을 때 이카린의 함량을 판단할 수 있는 기초 자료로 활용될 수 있을 것이라 사료된다.

2. 저장 온도에 따른 이카린 함량 변화

삼지구엽초 담금주의 저장·숙성 중 온도에 따른 이카린 함량을 조사하기 위하여 35% 알코올이 함유된 담금 소주로 제조한 삼지구엽초 담금주를 5°C와 20°C에 저장하면서 그 차이를 분석했다(Figure 4). 그 결과 이카린의 함량은 저장 온도에 크게 관계가 없는 것으로 나타났다. 삼지구엽초 담금주는 알코올 농도에 따른 이카린 함량 연구 결과와 마찬가지로 3일차에 최대치를 나타냈으며, 그 함량은 5°C에서 저장한 경우 39.83±0.64 µg/mL, 20°C에서 저장한 경우 40.04±0.74 µg/mL로 나타났다. 5°C와 20°C에 저장한 삼지구엽초 담금주는 저장 초기인 4일차까지 이카린 함량이 유사하게 나타나다가 저장 기일이 지나면서 5°C에 저장한 삼지구엽초 담금주의 이카린이 20°C에 저장한 담금주보다 다소 빠르게 감소하는 경향을 나타내었다. 두 시료는 모두 30일 이후에는 이카린이 검출되지 않았으며, 삼지구엽초 담금주는 알코올 농도에 따른 이카린 함량 연구 결과와 마찬가지로 이카린이 감소하면서 분해산물로서 이카리사이드나 이카리틴이 생성되는 경향이 나타나지 않았다.

3. 이카린 함량에 따른 항산화 활성

DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 페놀 화합물 함량이 많을수록 증가되며 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성은 유의적인 상관관계를 갖는 것으로 알려져 있다(Jeong et al. 2007). 본 연구에서는 삼지구엽초주에 함유된 이카린 함량에 따른 항산화 활성을 알아보기 위하여 DPPH 및 ABTS 라디

<Table 2> DPPH radical scavenging activity of *Epimedium* wine

Alcohol contents of Soju	DPPH radical scavenging activity (%)					
	0 day	3 day	6 day	9 day	15 day	30 day
25%	^{BC} 10.08±1.02 ^{a 1)}	^{AB} 11.25±0.21 ^c	^A 12.11±0.02 ^b	^{CD} 8.84±0.09 ^c	^D 7.93±1.00 ^c	^E 5.11±1.12 ^b
30%	^C 10.11±0.17 ^a	^{AB} 13.12±0.02 ^b	^A 13.71±0.07 ^a	^B 12.09±0.02 ^b	^C 10.81±1.03 ^b	^D 6.36±1.01 ^a
35%	^C 10.13±0.09 ^a	^A 14.63±0.08 ^a	^A 14.02±1.07 ^a	^A 13.98±0.03 ^a	^B 12.31±0.07 ^a	^D 6.77±0.04 ^a

¹⁾Each value is expressed as mean value±standard deviation (n=5). Capital letters A to E: within the same row, values denoted by different capital letters are significantly different at p<0.05. Small letters a to f: within the same column, values denoted by different small letters are significantly different at p<0.05.

<Table 3> ABTS radical scavenging activity of *Epimedium* wine

Alcohol contents of Soju	ABTS radical scavenging activity (%)					
	0 day	3 day	6 day	9 day	15 day	30 day
25%	^D 23.12±0.02 ^{a 1)}	^B 32.17±0.06 ^b	^A 33.12±0.04 ^c	^C 24.03±1.01 ^c	^E 21.37±0.33 ^c	^F 13.11±0.11 ^c
30%	^D 22.98±0.32 ^a	^C 31.89±0.33 ^b	^B 34.65±0.07 ^b	^A 36.17±0.42 ^b	^D 22.22±0.37 ^b	^E 19.92±1.24 ^b
35%	^D 22.56±0.12 ^a	^B 39.82±0.05 ^a	^{AB} 40.29±0.35 ^a	^A 41.02±0.17 ^a	^C 28.12±0.52 ^a	^F 20.57±1.08 ^a

¹⁾Each value is expressed as mean value±standard deviation (n=5). Capital letters A to E: within the same row, values denoted by different capital letters are significantly different at p<0.05. Small letters a to f: within the same column, values denoted by different small letters are significantly different at p<0.05.

칼 소거활성을 측정하였다.

DPPH 라디칼 소거 활성은 항산화 물질의 전자공여능으로 인해 방향족 화합물 및 방향족 아민류에 의해 환원되어 에탄올 용액에서 짙은 보라색을 띠다가 항산화 작용을 나타내는 물질과 반응하여 노란색으로 탈색되고 흡광도 값이 감소되며, 이는 항산화 활성을 나타내는 척도로 이용된다(Joung et al. 2007). DPPH 라디칼 소거 활성은 비교적 간단하여 많이 사용하는 방법으로 *in vitro* 세포수준 및 *in vivo* 항산화 활성과도 연관성이 높다는 장점이 있다(Yang & Park 2011).

DPPH 라디칼 소거활성을 측정한 결과<Table 2>, 3일째와 6일째의 담금주에서 가장 활성이 크게 나타났으며, 저장 후기로 갈수록 항산화 활성이 감소하는 경향을 나타내었다($p<0.05$). 저장기일에 따른 DPPH 라디칼 소거활성의 결과는 이카린 함량 변화 경향과 유사하게 나타났다($R^2=0.44\sim0.72$). 또한 0일차에는 알코올 농도별로 차이를 나타내지 않았지만 저장 일수가 증가하면서 알코올 농도가 높을수록 DPPH 라디칼 소거활성이 증가하는 경향을 나타내었다($p<0.05$).

ABTS 라디칼 소거활성을 측정한 결과 <Table 3>, 전반적으로 DPPH 라디칼 소거활성에 비해 비교적 높은 활성을 나타내었는데, 이는 플라보노이드의 경우 치환기의 위치에 따라 라디칼 소거활성이 달라지며(Park & Kim 2004), 페놀성 화합물 종류에 따라 ABTS 라디칼은 소거하는 반면 DPPH 라디칼은 소거하지 못하는 경우가 있기 때문이라고 판단된다(Wang et al. 1998; Prior et al. 2005). DPPH와 마찬가지로 0일째에는 알코올 농도에 따른 차이가 없었으나 숙성기일이 증가할수록 항산화 활성이 증가하는 경향을 보였다($p<0.05$). DPPH는 3일째와 6일째에 활성이 가장 높게 측정된 반면, ABTS 결과는 6일째와 9일째의 담금주에서 가장 활성이 크게 나타났다가 이후 저장기일 지나면서 감소하였다($p<0.05$). ABTS 라디칼 소거활성과 이카린 함량 변화와의 상관성은 $R^2=0.18\sim0.58$ 로 나타나 DPPH보다는 이카린 함량 변화와 상관성이 적은 것으로 나타났다. 이는 숙성기일이 지나면서 삼지구엽초에서 이카린 외에 ABTS와 반응하는 항산화 물질이 지속적으로 추출되거나, 기존의 물질들이 분해되면서 새로운 항산화 물질을 생성하기 때문으로 사료된다.

ABTS 라디칼 소거 활성법은 ABTS와 potassium persulfate가 반응하여 생성된 청록색이 항산화 물질과 만나 탈색되는 원리를 이용하여 측정하는 방법이다. ABTS 라디칼 소거능은 소수성 시료에 적합한 DPPH 측정법과 달리 소수성과 친수성 시료의 소거 활성에 모두 측정할 수 있어 DPPH 라디칼 소거법보다 넓은 범위에서 적용할 수 있다(Woo et al. 2009). ABTS 방법은 수소공여 항산화제(hydrogen-donating antioxidant)와 연쇄절단형 항산화제(chain-breaking antioxidant)를 모두 측정할 수 있는 방법이고 친수성과 소수성에 모두 적용이 가능하여 DPPH 라디칼 소거 활성보다 더 민감하게 나타난 것으로 사료된다(Kwak et al. 2010).

본 연구는 삼지구엽초 활용방안 중에 식품형태로 가장 많이 섭취하는 방법인 삼지구엽초 담금주를 제조하여 저장일 동안 이카린의 함량 변화를 관찰하였으며, 이에 따른 항산화 활성을 검증하였다. 따라서 본 연구의 결과는 식품산업에서 삼지구엽초의 활용도를 높일 수 있는 기초연구자료로 활용될 수 있을 것이며, 추후, 이카린 외의 생리활성 물질의 함량 변화 연구 및 이에 따른 생리활성 평가가 수행되어 삼지구엽초의 식품으로서의 가치를 평가할 필요가 있을 것이다.

IV. 요약 및 결론

삼지구엽초 담금주의 숙성중 이카린의 함량 변화를 알아보기 위하여 홍천산 삼지구엽초를 25, 30 및 35% 알코올 함유된 담금 소주를 이용하여 제조하여, 숙성기간 동안 이카린 함량을 측정하였다. 그 결과, 담금소주의 알코올 함량이 높을수록 이카린의 추출 수율이 높은 것으로 나타났다. 90일 숙성 기간 동안 이카린의 함량 변화를 관찰한 결과, 3일차에 35, 30, 25% 알코올 농도의 담금주에서 29.30 ± 0.60 , 25.57 ± 1.09 , 19.62 ± 0.37 $\mu\text{g/mL}$ 로 최대치를 나타내었다가 6일 이후에 급격하게 감소하였다. 6일 이후 이카린은 저장일 수가 증가함에 따라 함량이 지속적으로 감소하다가 25%와 30% 알코올 농도의 담금소주를 사용하여 제조한 담금주에서는 24일 이후에 검출되지 않았으며, 35% 알코올 농도의 담금소주를 사용하여 제조한 담금주에서는 30일 이후 검출되지 않았다.

삼지구엽초주를 저장·숙성중 온도에 따른 이카린 함량을 조사하기 위하여 삼지구엽초 담금주를 5°C와 20°C에 저장하였을 때 차이를 분석한 결과 이카린의 함량은 저장 온도에 크게 영향을 받지 않았다. 삼지구엽초 담금주는 알코올 농도에 따른 이카린 함량 연구 결과와 마찬가지로 3일차에 이카린의 함량이 5°C와 20°C에서 각각 39.83 ± 0.64 , 40.04 ± 0.74 $\mu\text{g/mL}$ 으로 최대로 나타났다. 5°C와 20°C에 저장 저장한 삼지구엽초 담금주는 저장 초기인 4일차까지 이카린 함량이 유사하게 나타나다가 저장 기일이 지나면서 5에 저장한 삼지구엽초 담금주의 이카린이 20°C에 저장한 담금주보다 다소 빠르게 감소하는 경향을 나타내었다. 저장 30일 이후 두 시료는 모두 이카린이 검출되지 않았다.

삼지구엽초 담금주의 이카린 함량에 따른 항산화 활성을 알아보기 위하여 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성을 측정한 결과, DPPH는 3일째와 6일째의 담금주에서, ABTS는 6일째와 9일째의 담금주에서 가장 활성이 크게 나타났다. 이후 저장 기일이 지날수록 항산화 활성이 감소하는 경향을 나타내었다. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성 모두에서 담금소주의 알코올 농도가 높을수록 라디칼 소거활성이 증가하는 경향을 나타내었다. 본 연구를 통하여 삼지구엽초 담금주의 저장기간 동안 담금소주의 알코올 함량 및 저장 온도에 따른 이카린의 함량 변화를 확인할 수 있었으며, 이카린 함

량에 따른 항산화 활성의 변화를 결과를 확인하여 본 연구의 결과가 식품산업에서 삼지구엽초의 활용도를 높힐 수 있는 기초연구자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 덕성여자대학교 건강기능신소재학과 이신영의 도움으로 일부 수행되어 이에 감사드립니다.

References

- Braca A, Politi M, Sanogo R, Sanou H, Morelli I, Pizza C, Tommasi ND. 2003. Chemical composition and antioxidant activity of phenolic compounds from wild and cultivated *Sclerocarya birrea* (Anacardiaceae) leaves. *J. Agr. Food Chem.*, 51(23):6689-6695
- Conacher HB, Page BD, Lau BP, Lawrence JF, Bailey R, Calway P, Hanchay JP, Mori B. 1987. Capillary column gas chromatographic determination of ethyl carbamate in alcoholic beverages with confirmation by gas chromatography/mass spectrometry. *J. Assoc. Off. Ana. Chem. Int.*, 70(4):749-751
- Jeong JA, Kwon SH, Lee CH. 2007. Screening for antioxidative activities of extracts from aerial and underground parts of some edible and medicinal ferns. *Korean J. Plant Res.*, 20(2):185-192
- Kim SJ, Park MS, Tian Ding, Jun Wang, and Deog Hwan Oh. 2011. Biological Activities of Isolated Icarin from *Epimedium koreanum* Nakai. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 40(10):1397-1403
- Kwak JH, Choi GN, Park JH, Kim JH, Jeong HR, Jeong CH, Heo HJ. 2010. Antioxidant and neuronal cell protective effect of purple sweet potato extract. *J. Agric. Life Sci.*, 44:57-66
- Lee SH, Jang M, Kim GH. 2016. Antioxidative effects of extracts from different parts of *Epimedium koreanum* Nakai. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 45(2):188-193
- Li G, Min BS, Zheng C, Lee J, Ow SR, Ahn KS, Lee BK. 2005. Neuroprotective and free radical scavenging activities of phenolic compounds from *Hovenia dulcis*. *Arch. Pharm. Res.*, 28(7):804-809
- Ma H, He X, Yang Y, Li M, Hao D, Jia Z. 2011. The genus *Epimedium*: An ethnopharmacological and phytochemical review. *J. Ethnopharm.* 134(3):519-541
- Park SII, Kim KS. 2004. Isolation and identification of antioxidant flavonoids from *Salicornia herbacea* L. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, 47(1):120-123
- Prior RL, Wu X, Schaich K. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J. Agric. Food Chem.*, 53(10):4290-4302
- Wang MF, Shao Y, Li JG, Zhu NQ, Rangarajan M, Lavoic EJ, Ho CT. 1998. Antioxidative phenolic compounds from sage (*Salvia officinalis*). *J. Agric. Food Chem.*, 46(12):4869-4873
- Wang YZ, Guo, Y. Jin, X. Zhang, L. Wang, X. Xue and X. Liang. 2010. Identification of prenyl flavonoid glycosides and phenolic acids in *Epimedium koreanum* Nakai by Q-TOF-MS combined with selective enrichment on “click oligo (ethylene glycol)” column. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 51(3):606-616
- Won DH, Gu HA, Kim HJ, Han SB, Park J, and Park SN. 2013. Antibacterial and Antioxidative Activities of *Epimedium koreanum* Nakai Extracts. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.*, 41(3):284-291
- Woo JH, Shin SL, Chang YD, Lee CH. 2009. Screening for antioxidant effects of aerial part extracts obtained from sixteen compositae species. *Flower Res. J.*, 17: 271-278
- Wu H, Lien EJ, Lien LL. 2003. Chemical and pharmacological investigations of *Epimedium* species: a survey. *Prog. Drug Res.*, 60:1-57
- Yang YR, Park YK. 2011. Comparison of antioxidant activities of black onion extracts. *Korean J. Food Preserv.* 18(6):954-960
- Zhao HY, Sun JH, Fan MX, Fan L, Zhou L, Li Z, Han J, Wang BR, Guo DA. 2008. Analysis of phenolic compounds in *Epimedium* plants using liquid chromatography coupled with electrospray ionization mass spectrometry. *J. Chromatogr. A.*, 1190(1-2):157-181
- MFDS approval database (2016) https://www.mfds.go.kr/files/upload/herbmed/photo_data/KP1061.pdf. [Accessed 11 November 2016]

Received March 27, 2017; revised March 29, 2017; accepted April 10, 2017