

## Antioxidative and antimicrobial activities of *Oenothera biennis* extracted by different methods

Jin Hak Kim, Shin-Ho Lee\*

Department of Food Science & Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan 38430, Korea

### 추출방법을 달리한 달맞이꽃 추출물의 항산화 및 항균 활성

김진학 · 이신호\*

대구가톨릭대학교 식품공학과

#### Abstract

A effect of extraction methods, including stirrer extraction method (SE), ultrasonification extraction method (USE), reflux extraction method (RE), autoclave extraction (AE) and low temperature high pressure extraction (LE) method on the antioxidative and antimicrobial activities of ethanol extracts of *Oenothera biennis* was investigated. The extraction yield (46.33%), total polyphenol (463.05 mg GAE/g) and flavonoid (71.71 mg RHE/g) content of *Oenothera biennis* extract obtained by RE were higher than those from other extraction methods. The antimicrobial activity of *Oenothera biennis* extract was only observed against *Bacillus cereus* among other tested organisms (*Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Salmonella Typhimurium*). *Oenothera biennis* obtained by RE showed the best DPPH radical scavenging ability (74.40%), ABTS radical scavenging ability (65.29%), reducing power (1.370 (OD<sub>700</sub>)) and ferrous ion chelating ability (90.14%) compared with other tested extraction methods tested. The RE method was the most efficient method for extracting crude antioxidant and antimicrobial substances from *Oenothera biennis*. These results suggested that *Oenothera biennis* obtained by RE could be used as a bioactive and functional material in the food industry.

Key words : *Oenothera biennis*, extraction method, antioxidant activity, antimicrobial activity

#### 서 론

체내 활성산소 생성 속도가 제거 속도보다 커지면 생체 조직을 공격하여 정상 세포를 손상시키며, 피부노화, 동맥 경화, 고지혈증, 신경 손상성 질환, 백내장, 당뇨 등 다양한 질병이 유발되므로 항산화제에 대한 관심이 집중되고 있다(1). 따라서 산화적 손상을 줄일 수 있는 항산화제의 강화는 체내 free radical과 지질 과산화물의 증가로 인해 발생하는 다양한 합병증 발생 예방 및 치료에 매우 중요하다(2). 합성 보존제의 경우는 그 안전성에 대한 우려를 낳고 있어 근래

에는 천연소재로부터 얻은 항균소재 개발에 관한 관심이 집중되고 있다(3).

달맞이꽃은 바늘꽃과에 속하는 2년생 초본으로서, 남아메리카 원산의 귀화식물 중 하나로 전국의 산과 들에 널리 서식하고 있으며, 큰달맞이꽃, 겹달맞이꽃, 애기달맞이꽃 등 4종이 알려져 있다(4). 달맞이꽃 종자에는 호르몬 형성에 중요한 역할을 하는 감마리놀렌산( $\gamma$ -linolenic acid)을 비롯하여 지방산과 sterol류가, 잎에는 플라보노이드와 oenothin 등이 함유되어 있으며, 식물체에는 antiarthritic, antitumor, antithrombin 성분(5)이, 뿌리에는 항균성분이 함유되어 있다고 보고되고 있다(6). 달맞이꽃은 한방에서 해소초라 하여 해열 및 소염제로 사용하였고, 민간요법으로는 달인물로 인후염이나 피부염의 환부를 세척하는 것으로 전해지며, 뿌리와 전초를 감기, 해열, 인후염, 신장염, 고혈압 등에 사용한 보고가 있다(7).

다양한 생리활성을 지닌 달맞이꽃을 기능성식품 소재로

\*Corresponding author. E-mail : leesh@cu.ac.kr  
Phone : 82-53-850-3217, Fax : 82-53-850-3217  
Received 13 August 2015; Revised 20 October 2015; Accepted 3 February 2016.  
Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

활용하기 위한 효율적인 성분의 추출방법 확립은 산업적으로 매우 중요한 요소이다. 일반적으로 식물체로부터 유용성분의 추출은 열수추출법, 상온교반추출법, 환류냉각추출법, 초음파추출법, 고온가압추출법 그리고 저온고압추출법 등의 방법을 사용하고 있다(8-10).

본 연구에서는 국내에 자생하는 달맞이꽃의 기능성 식품소재로서 활용 가능성과 유용성분을 보다 많이 확보할 수 있는 효율적인 추출방법을 구명하기 위하여 추출방법에 따른 추출물의 항균성과 항산화 활성을 비교 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 전처리

달맞이꽃(*Oenothera biennis*)은 7월~8월 중 대구근교의 산과 들에서 채취하여 시료로 사용하였고, 달맞이꽃을 흐르는 물로 세척하여 불순물을 제거한 뒤 동결건조(PVTFD20R, Ilshin lab., Suwon, Korea)하였으며, 건조한 시료는 분쇄기(IKA® A11 basic, IKA® Werke GmbH & Co., KG, Staufen, Germany)를 이용하여 40 mesh 이하로 분쇄한 후 -70°C(NU-6518G, NuAire, Plymouth, MN, USA)에서 보관하면서 추출물 제조에 사용하였다.

### 추출방법

달맞이꽃 추출은 시료 100 g에 10배의 70% 에탄올을 가한 후 상온교반추출(SE, stirrer extraction)은 25±2°C의 실온에서 교반기(Hanbak Scientific Co., Bucheon, Korea)를 이용 150 rpm으로 24시간, 3회 반복 추출하였고, 환류냉각추출(RE, reflux extraction)은 냉각관을 부착하여 60°C의 항온수조에서 3시간 3회 반복 추출하였다. 초음파추출(USE, ultrasonification extraction)은 시료를 넣은 유리병이 초음파수조(NXPC-4020P, KODO, Hwaseong, Korea) 바닥에 닿지 않도록 하여 40 KHz로 2시간 3회 반복 추출하였다. 고온가압추출(AE, autoclave extraction)은 autoclave(JSAC-100, JS Research Inc., Gongju, Korea)를 이용 121°C, 15분 동안 3회 반복 추출하였다. 저온고압추출(LE, low temperature high pressure extraction)은 저온고압추출기(FT110, benchtop rapid extractor, ARMPFIELD, Ringwood, Hampshire, England)를 이용 실온에서 8.0 bar의 압력하에서 2시간 3회 반복 추출하였다. 각각의 추출물은 여과지(Whatman No. 2, Maidstone, England)로 여과하여 농축기(WB2000, Heidolph, Schwabach, Germany)로 농축한 후, 동결건조하여 사용하였다. 각 추출물들의 수율은 동결건조 후 건물 중량을 구한 다음 원료 건물량에 대한 백분율로 나타내었다.

### 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 법(11)에 따라 시료 1

mL에 0.2 N Folin-ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 가하여 실온에서 3분간 반응시킨 후, 7.5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 mL을 가하여 암소에서 1시간 동안 방치한 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid를 표준물질로 한 표준곡선에 의하여 산출하였다.

총 플라보노이드 함량은 Abdel-Hameed의 방법(12)에 따라 시료 1 mL에 5% sodium nitrite 0.15 mL를 가하여 25°C에서 6분간 방치한 후 10% aluminium chloride 0.3 mL를 가하여 25°C에서 5분간 방치하였다. 다음 1 N NaOH 1 mL를 가하고 교반한 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였으며, rutin hydrate(Sigma-Aldrich Co.)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

### 항균활성

항균활성 측정을 위해 그람 양성세균 *Bacillus cereus* KCCM 11341, *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* ATCC 2937과 그람 음성세균 *Escherichia coli* ATCC 11775, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028을 사용하였고, 생육 배지로서 tryptic soy broth(Difco Co., Detroit, MI, USA)를 사용하였다. 항균활성은 paper disc method를 사용하여 clear zone 형성 유무를 측정하였다.

### DPPH radical scavenging ability

DPPH radical 소거능의 측정은 Blois의 방법(13)을 변형하여 시료 0.4 mL에 0.4 mM DPPH( $\alpha, \alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich Co.) 에탄올 용액 0.8 mL을 진탕 혼합하고, 10분간 방치 후 분광광도계를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하여 계산식, DPPH radical scavenging ability(%)=100-[(OD of sample/OD of control) × 100]에 의하여 활성을 산출하였다.

### ABTS radical scavenging ability

ABTS radical 소거능은 ABTS radical cation decolorization assay(14)를 이용하여 측정하였다. 7.4 mM의 ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt, Sigma-Aldrich Co.]와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하여 실온·암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시킨 다음 실험 직전에 ABTS 용액을 732 nm에서 흡광도가 0.700±0.030(mean±SD)이 되도록 phosphate-buffered saline(pH 7.4)으로 희석하여 사용하였다. 추출물 0.05 mL에 ABTS 용액 0.95 mL를 첨가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하여 계산식, ABTS radical scavenging ability(%)=100-[(OD of sample/OD of control) × 100]에 의하여 활성을 산출하였다.

### Reducing power

Oyaizu(15)의 방법에 따라 각 추출물 2.5 mL에 0.2 M

sodium phosphate buffer(pH 6.6) 2.5 mL와 1% potassium ferricyanide[ $K_3Fe(CN)_6$ ] 2.5 mL를 각각 혼합하고 혼합물을 50°C 항온수조에서 20분간 반응시킨 다음 10% trichloroacetic acid(TCA, w/v) 2.5 mL를 첨가하여 반응액을 3,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 다음 상등액 2.5 mL에 증류수 2.5 mL와 0.1% ferric chloride ( $FeCl_3$ ) 0.5 mL를 첨가하고 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### Ferrous ion chelating ability

Yen 등(16)의 방법에 따라 시료 1 mL, 80% 에탄올 0.8 mL, 2 mM  $FeCl_2 \cdot 4H_2O$ [iron(II) chloride tetrahydrate; Sigma-Aldrich Co.] 용액 0.1 mL, 5 mM ferrozine[3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4''-disulfonic acid; Sigma-Aldrich Co.] 용액 0.1 mL를 첨가한 다음 혼합하여 실온에서 10분간 반응시켰으며, 562 nm에서 흡광도를 측정하여 계산식 ferrous ion chelating activity(%)=100-[(OD of sample/OD of control)×100]에 의하여 산출하였다.

### 통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하였으며, 평균치 간의 유의성은 SPSS system(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package(version 19.0)를 이용하였고  $p < 0.05$  수준으로 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 추출 수율, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

추출방법을 달리한 달맞이꽃 에탄올 추출물의 수율, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 Table 1과 같다. 달맞이꽃 추출물은 각각의 상온교반추출(SE), 초음파추출(USE), 환류냉각추출(RE), 고온가압추출(AE), 저온고압추출(LE)의 방법에 따라 유의적인 차이를 나타내었으며( $p < 0.05$ ), 그 중 RE방법이 수율, 폴리페놀, 플라보노이드 함량이 각각 46.33%, 463.05 mg GAE/g, 71.71 mg RHE/g으로 가장 우수하였다. 이러한 결과는 열처리를 통한 추출방법이 다른 추출방법에 비해 높은 수율, 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 나타낸다는 보고(17,18)와 유사하였다. 이는 열처리 과정 중 식물 세포벽의 수용화에 의해 구조적인 변화가 일어나 식물세포벽 구성성분이 용해되고, 단백질의 변성과 세포막의 비가역적인 분해로 막 투과성이 증가(19)하기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 열처리구 중 RE보다 AE의 값이 낮게 나타난 것은 고온가압처리에 의해 수율 및 총 폴리페놀 함량이 감소하였다는 Woo 등(20)의 연구결과와 유사하였으며, 식물 종과 부위에 따라 생리활성물질의 종류, 결합정도, 열안정성이 다르기 때문으로 사료된다. Lee

등(21)이 34종의 국내산 산채류 메탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 8.2~270.1 mg/g이라고 보고한 결과와 비교하였을 때 달맞이꽃 추출물에는 상당히 많은 폴리페놀을 함유하고 있는 것으로 판단되며, 폴리페놀과 플라보노이드는 식물계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로 항암, 항고혈압, 항염증, 항산화 등의 생리활성(22)이 있어 달맞이꽃 추출물은 다양한 기능성 제품의 소재로 이용이 가능할 것으로 판단된다.

**Table 1. Comparison of yield and total polyphenol and flavonoid contents of *Oenothera biennis* obtained by different extraction methods**

samples <sup>1)</sup>	Yield (%)	Polyphenol (mg GAE <sup>2)</sup> /g)	Flavonoid (mg RHE <sup>3)</sup> /g)
SE	40.23±0.25 <sup>ba)</sup>	422.32±9.79 <sup>a</sup>	65.17±2.89 <sup>a</sup>
USE	44.75±0.33 <sup>c</sup>	447.58±0.79 <sup>bc</sup>	68.98±1.83 <sup>ab</sup>
RE	46.33±0.57 <sup>d</sup>	463.05±1.94 <sup>d</sup>	71.71±0.71 <sup>b</sup>
AE	45.56±0.45 <sup>d</sup>	455.65±1.94 <sup>cd</sup>	65.52±3.75 <sup>a</sup>
LE	34.06±0.29 <sup>a</sup>	440.63±3.50 <sup>b</sup>	63.98±3.32 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>SE, stirrer extraction; USE, ultrasonification extraction; RE, reflex extraction; AE, autoclave extraction; LE, low temperature high pressure extraction.

<sup>2)</sup>GAE, Gallic acid equivalents.

<sup>3)</sup>RHE, Rutin hydrate equivalents.

<sup>4)ab-d</sup>Different superscripts within each column indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

### 항균활성

식중독 및 병원성 미생물에 대한 추출방법을 달리한 달맞이꽃 에탄올 추출물의 항균활성을 측정한 결과는 Table 2에 나타내었다. 모든 시료에서 실험에 사용한 공시균주 중 *B. cereus*에 대한 항균활성이 나타났으며, 추출방법에 따른 차이는 나타나지 않았다. *B. cereus*는 자연환경에 널리 분포하는 포자 형성균으로 enterotoxin과 구토독소를 생성하여 설사형, 구토형 식중독을 유발한다(23). 야채, 곡류 등의 농작물 그 가공 식품 등에 적은 수의 *B. cereus*가

**Table 2. Comparison of antimicrobial activity of *Oenothera biennis* obtained by different extraction methods**

Samples <sup>1)</sup>	(Disc size : 8 mm)			
	Gram's positive		Gram's negative	
	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella typhimurium</i>
SE	++ <sup>2)</sup>	-	-	-
USE	++	-	-	-
RE	++	-	-	-
AE	++	-	-	-
LE	++	-	-	-

<sup>1)</sup>SE, stirrer extraction; USE, ultrasonification extraction; RE, reflex extraction; AE, autoclave extraction; LE, low temperature high pressure extraction.

<sup>2)</sup>+, 8-10 mm; ++, 10-12 mm; +++, above 12 mm; -, negative.

오염되었더라도 적절하지 못한 저장과 조리과정을 거쳐 식중독을 발생시킬 수 있으므로 *B. cereus*의 제어는 중요하다(24). 달맞이꽃 추출물은 *B. cereus*가 주요 오염균인 토양 유래 농산물 특히 곡류 및 그 가공품의 식중독 예방 및 보존성 증진을 위한 소재로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

### DPPH 및 ABTS radical 소거능

DPPH와 ABTS radical 소거능 측정 결과는 Table 3과 같다. DPPH radical 소거능은 모든 시료에서 농도 의존적으로 활성이 증가하였으며, RE방법을 이용한 추출물이 높은 활성을 나타내었고 100 µg/mL의 농도에서 RE(74.40%), USE(72.52%), AE(71.14%), LE(71.09%), SE(66.73%) 순으로 나타났다. 추출물(50 µg/mL)의 ABTS radical 소거능도 RE, USE, AE, LE, SE 순이었다. 이 결과는 Kang 등(17)이 보고한 다양한 추출방법 중 RE법으로 추출한 쑥 추출물의 항산화 활성이 가장 높다는 결과와 일치하였다. 이러한 차이는 식물에 함유되어 있는 유효성분의 종류와 추출방법에 따라 차이가 난다고 보고되어 있으며(25), 본 연구에서는 RE 추출물의 polyphenol과 flavonoid가 다른 추출물에 비해 높기 때문에 DPPH 및 ABTS radical 소거능이 우수한 것으로 판단된다. 달맞이꽃 추출물은 폐놀계 합성 항산화제로 널리 사용되고 있는 BHA 및 BHT보다 높은 음이온 radical 소거능을 나타내고, 양이온 radical 소거능은 모든 양성 대조구에 비해 활성은 낮았으나, 단일 물질로 정제되지 않은 천연물이라는 점에서 항산화 활성이 매우 높은 것으로 판단된다.

항산화 활성이 우수한 달맞이꽃 추출물은 항산화 활성을 갖는 기능성 제품 개발을 위한 소재로 이용이 가능할 것으로 판단된다.

### 환원력 및 Ferrous ion chelating ability

추출물의 환원력(Fig. 1)은 100~1,000 µg/mL 농도범위에

서 농도 의존적으로 증가하였으며, 250 µg/mL 농도에서 모두 1.000(OD<sub>700</sub>) 이상의 높은 환원력을 나타내었으며, RE(1.370), USE(1.262), AE(1.260), SE(1.184), LE(1.158) 순으로 높았다. 이는 열처리에 의해 bound형 polyphenol이 free형 polyphenol로의 전환되고 저분자 polyphenol이 증가하였기 때문인 것으로 판단되며(22), 달맞이꽃 추출물의 환원력은 양성 대조구로 사용한 BHA(1.537)와 비교하였을 때 낮았지만 단일 물질이 아니라는 점에서 우수한 환원력을 가지는 천연소재로 판단된다.

추출방법을 달리한 달맞이꽃 추출물의 ferrous ion chelating 효과(Fig. 2)는 500 µg/mL 농도에서 RE(90.14%), USE(86.34%), AE(83.40%), LE(71.02%), SE(64.69%) 순으로 높았다. 일부 식품에 함유되어 있는 Fe<sup>2+</sup>나 Cu<sup>2+</sup> 등은 hydroxy radical(-OH)과 superoxide radical(O<sub>2</sub><sup>-</sup>) 등의 생성을 촉진하여 식품의 지질산화를 가속화 시키므로 이러한 금속에 대한 봉쇄 효과는 금속 촉매제로 인한 free radical의

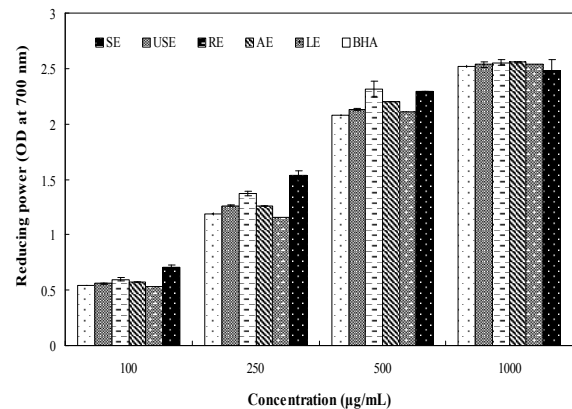


Fig 1. Comparison of reducing power of *Oenothera biennis* obtained by different extraction methods.

SE, stirrer extraction; USE, ultrasonification extraction; RE, reflex extraction; AE, autoclave extraction; LE, low temperature high pressure extraction; BHA, butylated hydroxyanisole.

Table 3. Comparison of DPPH and ABTS radical scavenging ability of *Oenothera biennis* obtained by different extraction methods

Samples <sup>1)</sup>	DPPH (µg/mL, %)			ABTS (µg/mL, %)		
	10	100	1000	10	50	100
SE	12.87±0.09 <sup>2)</sup>	66.73±1.01 <sup>c</sup>	94.44±0.32 <sup>bc</sup>	19.05±0.32 <sup>b</sup>	56.38±2.00 <sup>d</sup>	98.39±0.62 <sup>ab</sup>
USE	13.01±0.14 <sup>c</sup>	72.52±0.37 <sup>d</sup>	93.89±0.23 <sup>bc</sup>	18.64±0.78 <sup>ab</sup>	62.53±1.99 <sup>cd</sup>	98.81±0.97 <sup>ab</sup>
RE	13.19±0.51 <sup>c</sup>	74.40±0.60 <sup>e</sup>	94.07±0.05 <sup>bc</sup>	19.70±0.84 <sup>b</sup>	65.29±2.19 <sup>d</sup>	99.63±0.08 <sup>ab</sup>
AE	13.14±0.55 <sup>c</sup>	71.14±0.37 <sup>d</sup>	93.15±0.69 <sup>b</sup>	18.32±0.69 <sup>ab</sup>	61.34±1.87 <sup>bc</sup>	99.17±0.7 <sup>2a</sup>
LE	9.70±0.32 <sup>b</sup>	71.09±0.14 <sup>d</sup>	94.99±0.97 <sup>cd</sup>	17.36±0.48 <sup>a</sup>	58.03±0.76 <sup>ab</sup>	97.98±1.95 <sup>ab</sup>
BHA	9.56±0.46 <sup>b</sup>	58.36±1.65 <sup>b</sup>	96.00±0.60 <sup>de</sup>	48.50±0.37 <sup>d</sup>	77.21±0.51 <sup>f</sup>	99.88±0.05 <sup>b</sup>
BHT	5.19±0.87 <sup>a</sup>	13.74±1.88 <sup>a</sup>	60.43±1.70 <sup>a</sup>	42.68±0.41 <sup>c</sup>	73.31±3.30 <sup>e</sup>	98.99±0.84 <sup>ab</sup>
Vit C	9.83±0.49 <sup>b</sup>	94.62±0.23 <sup>f</sup>	96.46±0.23 <sup>c</sup>	51.81±1.75 <sup>e</sup>	80.21±2.16 <sup>e</sup>	99.69±0.14 <sup>ab</sup>

<sup>1)</sup>SE, stirrer extraction; USE, ultrasonification extraction; RE, reflex extraction; AE, autoclave extraction; LE, low temperature high pressure extraction; BTA, butylated hydroxyanisole; BHT, butylated hydroxytoluene.

<sup>2)</sup>Means with different superscripts within a column indicate significant differences (p<0.05).

생성을 억제(26)하므로 달맞이꽃 추출물은 지질산화를 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

항균 및 항산화 활성이 있고 비교적 구하기 쉬운 달맞이꽃을 천연 기능성 소재로 활용하기 위한 추출방법은 에탄올을 이용하여 60°C에서 3시간동안 열처리하는 RE 추출법이 가장 효과적일 것으로 판단된다. 또한 달맞이꽃 에탄올 추출물은 식물체의 주요 생리활성 성분인 폴리페놀 및 플라보노이드를 많이 가지고 있으므로 이를 이용한 기능성 식품 소재로서의 사용할 수 있으나, 실용화를 위해 식품별 적용 효과, 추출방법의 정립 및 제품화 등 보다 광범위한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

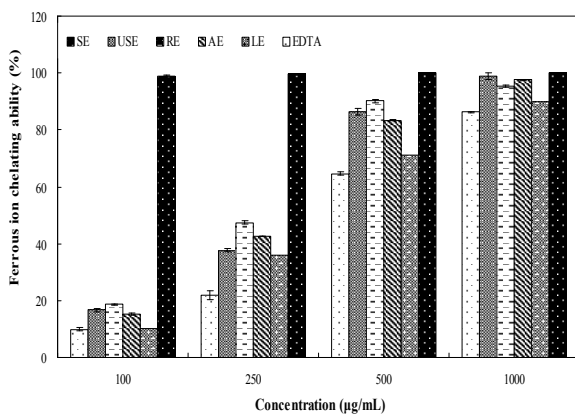


Fig 2. Comparison of ferrous ion chelating ability of *Oenothera biennis* obtained by different extraction methods.

SE, stirrer extraction; USE, ultrasonification extraction; RE, reflux extraction; AE, autoclave extraction; LE, low temperature high pressure extraction; EDTA, Ethylenediaminetetraacetic acid.

## 요 약

추출방법을 달리하여 달맞이꽃 에탄올 추출물의 주요 성분과 항산화 및 항균 활성을 측정하였다. 상온고반 추출(SE, stirrer extraction), 초음파 추출(USE, ultrasonification extraction), 환류 추출(RE, reflux extraction), 고온가압추출(AE, autoclave extraction), 저온고압추출(LE, low temperature high pressure extraction)법을 사용한 결과 RE법이 추출수율(46.33%), 총 폴리페놀(463.05 mg GAE/g)과 플라보노이드(71.71 mg RHE/g) 함량이 다른 추출방법 보다 높았다. 달맞이꽃 추출물은 *B. cereus*에 대한 항균활성이 나타났으며, 추출방법에 따른 차이는 나타나지 않았다. DPPH와 ABTS radical 소거능, 환원력, 철이온 흡착능 시험에서도 RE법을 이용한 추출물이 각각 74.40%, 65.29%, 1.370 (OD<sub>700</sub>), 90.14%를 나타내어 다른 추출방법에 비해 높았다. 달맞이꽃 추출물은 항산화 활성이 우수하여 유용한 천연물 소재로 사용이 가능하며, *B. cereus*가 주 원인이 되는 식중독의 예

방이나 오염된 식품의 보존성 증진을 위한 천연 소재로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 2014년도 대구가톨릭대학교 교내연구비 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

## References

1. Thannickal VJ, Fanburg BL (2000) Reactive oxygen species in cell signaling. *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 279, 1005-1029
2. Ahn BS, Kim JW, Kim HT, Lee SD, Lee KW (2010) Antioxidant effects of *Hovenia dulcis* in the streptozotocin-induced diabetic rats. *J Veterinary Clinics*, 27, 366-373
3. Bae JH, Jang HJ, Jung JI (2005) Antimicrobial effect of *Rubia akane* Nakai extract on food-borne pathogens. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 34, 389-394
4. Lee JA, Kim JY, Yoon WJ, Oh DJ, Jung YH, Lee WJ, Park SY (2006) Biological activities of *Oenothera laciniata* extracts (Onagraceae, Myrtales). *Korean J Food Sci Technol*, 38, 810-815
5. Yoshida T, Chou T, Matsuda M, Yasuhara T, Yazaki K, Hatano T, Nitta A, Okuda T (1991) Woodfordin D and Oenothin A, trimer hydrolysable tannins of macro-ring structure with anti-tumor activity. *Chem Pharm Bull*, 39, 1157-1162
6. Stivastava A, Shukla YM, Kumar S (1988) Chemistry and pharmacology of the evening-primrose *Oenothera biennis* and related species-a review. *J Med Aromatic Plants Sci*, 20, 432-440
7. Varro ET, Lynn RB, James ER (1988) *Pharmacognosy* 9<sup>th</sup> edition, Lea and Feberger, Philadelphia, USA, p 471
8. Shin SL, Lee CH (2011) Antioxidant activities of ostrich fern by different extraction methods and solvents. *J Life Sci*, 21, 56-61
9. Hwang IG, Woo KS, Jeong HS (2011) Biological activity and heat treatment processing of foods. *Food Sci Ind*, 44, 56-65
10. Kim JH, Sung NY, Kwon SK, Jung PM, Choi JI, Yoon YH, Song BS, Yoon TY, Kee HJ, Lee JW (2010) Antioxidant activity of stevia leaf extracts prepared by various extraction methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr*,

- 39, 313-318
11. Folin O, Denis W (1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem*, 12, 239-249
  12. Abdel-Hameed ESS (2008) Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian *Ficus* species leaf samples. *Food Chem*, 114, 1271-1277
  13. Blois MS (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
  14. 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 Me*, 26, 1231-1237
  15. Oyaizu M (1986) Studies on products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr*, 44, 307-315
  16. Yen GC, Duh PD, Tsai HL (2002) Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. *Food Chem*, 79, 307-313
  17. Kang KM, Lee SH (2013) Effects of extraction methods on the antioxidative activity of *Artemisia* sp. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42, 1249-1254
  18. Kim JW, Kim JK, Song IS, Kwon ES, Youn KS (2013) Comparison of antioxidant and physiological properties of *Jerusalem artichoke* leaves with different extraction processes. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42, 68-75
  19. Hwang JK, Kim CT, Hong SI, Kim CJ (1994) Solubilization of plant cell walls by extrusion. *J Korean Soc Food Nutr*, 23, 358-370
  20. Woo JH, Shin SL, Jeong HS, Lee CH (2010) Influence of applied pressure and heat treatment on antioxidant activities of young leaves from *Achillea alpina* and *Solidago virgaurea* subsp. *gigantea*. *Korean J Plant Res*, 23, 123-130
  21. Lee YM, Bae JH, Jung HY, Kim JH, Park DS (2011) Antioxidant activity in water and methanol extracts from Korean edible wild plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 40, 29-36
  22. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J (2006) Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem*, 99, 381-387
  23. Turnbull PC, Kramer JM, Jorgensen K, Gilbert RJ, Melling J (1979) Properties and production characteristics of vomiting, diarrheal, and necrotizing toxins of *Bacillus cereus*. *Am J Clin Nutr*, 32, 219-228
  24. Granum PE, Lund T (1997) *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbial Lett*, 157, 223-228
  25. Kim JG, Kang YM, Uhm GS, Ko YM, Kim TY (2003) Antioxidative activity and antimicrobial activity of extracts from medicinal plants (*Akebia quinata* Decaisn, *Scirpusfluviatilis* A. Gray, *Gardenia jasminoides* for. grandiflora Makino). *J Agric Life Sci*, 37, 69-75
  26. Yoo MY, Kim SK, Yang JY (2004) Characterization of an antioxidant from sporophyll of *Undaria pinnatifida*. *Korean J Microbiol Biotechnol*, 32, 307-311