

## Nutritional components and antioxidant activities of *Nelumbo nucifera* Gaertner flower and its wine

Woo-sun Kwak<sup>1</sup>, Sun-Kyu Lee<sup>1</sup>, Ki-Jin Lee<sup>1</sup>, Kye-Hoon Kim<sup>2</sup>, Hey-Ran Kim<sup>2</sup>, Hyo-Ku Lee<sup>2</sup>,  
Ji-Won Oh<sup>2</sup>, Ok-Hwan Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Seokjeon Sangon Traditional Brewery Agricultural Co., Kyungbuk 718-803, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Kongju National University, Chungnam 340-702, Korea

<sup>3</sup>Department of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

### 연화 및 연화주의 영양성분 및 항산화활성

곽우선<sup>1</sup> · 이선규<sup>1</sup> · 이기진<sup>1</sup> · 김계훈<sup>2</sup> · 김혜란<sup>2</sup> · 이효구<sup>2</sup> · 오지원<sup>3</sup> · 이옥환<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>영농조합법인 석전상운전통주가, <sup>2</sup>공주대학교 식품공학과, <sup>3</sup>강원대학교 식품생명공학과

#### Abstract

This study was conducted to investigate the nutritional components and antioxidant activities of *Nelumbo nucifera* Gaertner flower (lotus flower, LF) and its wine (lotus flower wine, LF wine). The moisture, crude protein, crude fat, crude ash, and carbohydrate contents of the LF were 85.90, 1.91, 0.30, 1.04, and 10.85%, respectively, and of the LF wine, 92.87, 1.70, 0.30, 0.15, and 5.17%, respectively. The total amino acids in the LF and the LF wine were 2,168 and 6,341 mg/kg, respectively. Palmitic acid (38.63%) was a major fatty acid in the crude fat of the LF, and oleic acid (76.24%) was a major fatty acid in the crude fat of the LF wine. The levels of potassium in the LF (390.91±9.60 mg/100 g) and the LF wine (27.40±1.86 mg/100 g) were higher than those of the other minerals. The total phenol and flavonoid contents of both the lotus flower water extract (LFW) and the lotus flower ethanol extract (LFE) were higher than those of the LF wine. In addition, the highest antioxidant activities and ORAC values were obtained from the LFW and the LFE. In conclusion, we found that the LF and the LF wine have potential as natural antioxidants due to their higher bioactive compound contents such as their total phenol and flavonoid contents.

**Key words :** *Nelumbo nucifera* Gaertner, *Nelumbo nucifera* wine, nutritional components, antioxidant activities, ORAC value

#### 서 론

연꽃(*Nelumbo nucifera* Gaertner)은 수련과의 여러살이해수상 식물로서 East indian lotus 및 Chinese water lily라고 불리며, 연꽃의 잎을 연잎 또는 하엽이라 하고, 연꽃의 수술을 연수, 연꽃씨앗을 연자육(*Nelumbinis Semen*), 연꽃뿌리를 연근(lotus root, *Nelumbinis Rhizoma*), 연꽃의 꽃봉우리를 연화(lotus flower)라고 한다(1). 식품원재료 데이터베이스에 의하면, 연잎, 연근, 연화는 식품원료로 사용이 가능하며 특히 연화를 이용하여 전통적인 가양주 방식에 의해

제조된 연화주는 17세기부터 제조된 것으로 알려져 있다(1,2).

연꽃에 대한 연구로는 연꽃추출물이 6가 크롬으로 유도된 세포독성에 대한 보호효과(3), 연꽃수술추출물이 과산화수소로 손상된 배양 인체피부흑색종세포에 대한 항산화효과 및 멜라닌화 방어효과(2), 활성산소종인 glucose oxidase로 손상된 배양 C6 Glioma 세포에 미치는 항산화효과(4), tyrosinase 활성억제 및 멜라닌 생성억제의 의한 미백효과(1), UVB 자외선 조사에 의한 각질형성세포의 보호 및 피부 노화방지(5) 등 주로 항산화활성에 연관된 연구가 주로 보고되었다. 이들 항산화활성은 연꽃에 함유되어 있는 quercetin, luteolin, isoquercitrin, luteolin glucoside, kaepferol-3-diglucoside 등의 bioactive compounds에 의한 것

\*Corresponding author. E-mail : loh99@kangwon.ac.kr  
Phone : 82-33-250-6454, Fax : 82-33-259-5565

으로 알려져 있다(6-8). 또한, 연꽃 및 연근은 오래전부터 강심, 수렴, 지사, 불면증 등의 치료에 처방되었을 정도로 건강식품으로 오랫동안 이용되어 왔다(1,5).

하지만, 연화 및 연화주에 대한 식품학적인 관점에서의 연구는 매우 미흡하여 연화 및 연화주의 일반성분, 아미노산, 무기질, 비타민, 지방산 등에 대한 영양성분 분석과 라디칼 소거능을 기초로 한 *in vitro* 항산화 활성, 이들에 함유된 항산화성분에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 연화 및 전통주 방식으로 제조된 연화주에 대하여 영양성분 분석을 실시하고, 연화를 80%에 탄올 및 열수로 각각 추출한 후, 이들 추출물에 대한 항산화 성분(총 페놀 및 총 플라보노이드 함량), *in vitro* 항산화활성(DPPH radical scavenging, ABTS radical scavenging, FRAP activity, reducing power, oxygen radical absorbance capacity)을 평가하여 식품학적 기초자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 연화 및 연화주

본 연구에 사용된 연화는 국내산 경북 칠곡(Chilgok, Korea)에서 2013년도에 수확한 것을 사용하였다. 일반성분, 아미노산, 유리당, 지방산, 무기질, 유기산 등의 식품학적 성분분석에는 연화 원물을 세척한 후 사용하였고, 항산화활성의 평가는 연화를 동결건조 한 후, 조분쇄하여 연화 분말에 약 10배의 80% 에탄올 및 증류수를 각각 첨가하고 80~100°C 수욕 상에서 3시간동안 환류냉각하면서 3회 반복 추출하였다. 각각의 조추출물은 4°C에서 방냉한 후, Whatman No. 3 여과지로 여과하고 10,000×g로 원심분리하여 50°C에서 감압농축 한 후 동결건조 하여 연화 80% 에탄올 추출물 및 연화 열수 추출물을 제조하였다(9). 추출물의 수율은 원료 대비 고형분의 양으로 계산하였다. 한편, 연화주는 전통주 제조방법(10)에 따라 6-7월에 수확한 연화(총량 대비 5%)에 누룩, 찹쌀:백미(6.7:3.3)를 첨가한 후 100일간 저온숙성 시킨 것으로 밑술을 담근 지 3일 후 효모와 효소균을 생성시키고 다시 3일 후 1차 덧술을 담근 후 찹쌀:백미 고두밥을 찌서 술에 넣어 2차 덧술을 담그는 '3양주' 구조법으로 제조하였다. 전통방식으로 제조한 연화주는 약 16%의 알코올을 함유한다.

### 일반성분 분석

AOAC법(11)에 따라 수분은 105°C 상압건조법, 조지방은 soxhlet 추출법, 조단백은 semi micro kjeldahl법, 조회분은 550°C 회화법으로 정량하였다. 탄수화물은 100에서 조지방, 조단백, 조회분을 뺀 값으로 하였다.

### 아미노산 분석

아미노산 함량 분석은 AccQ·Tag 방법(12)을 이용하여

분석하였다. 시료 약 0.2 g을 정확히 취하여 50 mL 앰플에 넣고 6 N HCl 15 mL를 가한 다음 N<sub>2</sub>로 치환하여 신속하게 밀봉하였다. 이를 110°C 오븐에서 24시간 가수분해 시킨 뒤 방냉하여 50 mL 정용플라스크에 옮기고 탈이온수로 정용한 후 0.2 µm membrane 필터로 여과하였다. AccQ·Fluor Reagent Kit를 사용하여 유도체화 시켜 구성 아미노산을 분석하였다. 즉, 여과된 유리 아미노산 시료 10 µL를 시험관(Φ 6×50 mm) 밑바닥에 취하고 여기에 AccQ·Fluor Reagent Kit의 1용액 70 µL를 넣어 혼합하였다. 여기에 미리 55°C에서 반응시킨 2A 용액 20 µL를 넣어 재혼합하였고, 이를 실온에서 1분간 방치한 후 55°C에서 10분간 유도체화 시킨 다음 HPLC로 유리 아미노산을 측정하였다. 분석에 사용한 아미노산 표준물질은 amino acid standard H(Pierce Co., Rockford, IL, USA)이고, 칼럼은 AccQ·Tag column(3.9 x 150 mm, Waters, Milford, MA, USA), 검출기는 fluorescence(Ex=250 nm, Em=395 nm, JASCO, Tokyo, Japan)이고 분석온도는 37°C이었다.

### 유리당 분석

시료 5 g에 80% 에탄올 145 mL을 넣고 90°C 항온수조에서 2시간 동안 환류 추출한 후 10,000×g에서 10분 동안 원심분리하여 얻은 상등액을 적당히 농축시켜, 0.25 µm membrane 필터로 여과한 후 HPLC로 분석하였다(13). 유리당 표준시료는 fructose, sucrose, glucose 및 maltose(Sigma Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였고, 칼럼은 carbohydrate analysis column(300 x 3.9 mm, Waters), 검출기는 RI, 시료주입은 10 µL이었다.

### 지방산 분석

지방산 분석은 gas chromatography를 이용하여 측정하였다. 우선, 지방질은 soxhlet 추출법(11)으로 추출하고 AOAC법(14)에 따라 50 mL의 동근플라스크에 지방질 200 mg을 취하여 0.5 N NaOH/MeOH를 넣고 환류냉각기를 부착한 다음 지방구가 없어질 때까지 가열된 모래상자에서 5-10분간 가수분해 시켰다. 10% BF<sub>3</sub>/MeOH 5 mL을 환류냉각기 위로 천천히 넣어 2분간 모래상자에 방치하여 반응시켰다. 다시 5 mL 헥산을 환류냉각기 위로 넣어 1분간 반응시키고 냉각관에서 분리하여 반응플라스크에 포화식염수 15 mL을 넣고 마개를 막은 상태에서 5초간 가볍게 흔들어 준 후 포화 식염수를 추가로 넣어 헥산층이 플라스크 목까지 올라오도록 하였다. 헥산층을 뽑아 무수황산나트륨이 들어 있는 파스퇴르 피펫을 통과시켜 탈수시키고 탈수된 시험액을 gas chromatography에 주입하여 분석하였다. 사용한 칼럼은 HP-INNOWax(30 m × 0.25 mm × 0.25 µm film thickness, Hewlett-Packard, Wilmington, DE, USA) 검출기는 불꽃이온화 검출기, 주입기 온도는 220°C, 검출기 온도는 275°C, 오븐의 온도는 50°C/3min-10°C/min-250°C/5min, 운

반기체는 헬륨이었다.

### 무기질 분석

무기질 분석은 유도결합 플라즈마 원자방출 분광법을 이용하여 측정하였다. 무기질의 전처리 방법은 건식법(15)으로 하였다. 즉, 시료 약 2 g을 도가니에 넣고 전열기에서 예비 가열시킨 후 550°C 전기 회화로에서 6시간 회화한 다음 냉각 하였다. 여기에 탈이온수 10방울을 가하고 묽은 질산(1:1 HNO<sub>3</sub>) 4 mL를 넣은 다음 다시 전열기(120°C)에서 수분을 제거시키고 550°C 전기 회화로에서 1시간 회화·방냉하였다. 여기에 묽은염산(1:1 HCl) 10 mL를 첨가한 다음 이를 50 mL 정용플라스크로 옮겨 탈이온수로 정용, 여과하여 유도결합 플라즈마 원자방출 분광법(ICP-AES, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometer, Jobin Yvon JY138 Ultrace, Longjumeau, France)으로 분석하였다. 각 원소의 표준용액은 0, 1, 10 ppm의 3수준의 농도로 조제하여 표준검량곡선을 작성하였으며 이때, ICP-AES의 작동 조건은 power: 1.0 KW for aqueous, nebulizer pressure: 3.5 bar for meingard type c, aerosol flow rate: 0.3 L/min, sheath gas flow: 0.3 L/min, cooling gas: 12 L/min 이었다. 각 무기질의 검출 파장은 Ca: 393.366, Mg: 279.553, Mn: 257.610, Se: 196.060, Na: 588.995, K: 766.491, Fe: 238.204, P: 213.618, Cu: 324.754 및 Zn: 213.856 nm이었다.

### 유기산 분석

유리당 분석은 Park 등(16)에 방법을 변형하여 시료 1 g을 취하여 cap이 달린 삼각플라스크에 넣고 증류수 15 mL를 가하여 80°C 항온수조에서 4시간 동안 가열한 다음 3,000 rpm에서 20분간 원심분리한 후에 상등액을 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC로 분석하였다. Column은 ROA-Organic acid(300×7.8 mm, 8 µm)를 사용하였으며, 이동상은 0.005 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 하여 0.5 mL/min로 분석하였다. 이때 oven temp.는 30°C이었고, UV-VIS detector 210 nm에서 분석하였다.

### 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량 분석

총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's phenol reagent가 시료의 페놀성 화합물에 의해 몰리브덴 청색으로 환원되는 원리로 측정하였다(17). 각 시료 1 mL에 10% folin-ciocalteu's phenol reagent 1 mL 및 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액을 1 mL을 첨가하여 혼합한 후 상온에서 1시간 동안 방치하였다. 그리고 상등액을 microplate reader(Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 물질은 gallic acid를 이용하였으며 표준 검량 곡선( $y=16.785x-0.0343$ ,  $R^2=0.9971$ )으로부터 총 페놀 함량을 계산하였다.

총 플라보노이드 함량은 Moreno 등(18)의 방법을 변형하

여 비색 정량하였다. 각 시료 0.5 mL에 95% 에탄올 1.5 mL, 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 그리고 증류수 2.8 mL를 첨가하여 혼합한 후 상온에서 30분간 정치하여 반응시킨 다음 microplate reader로 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. 플라보노이드 함량은 quercetin을 이용하여 작성한 표준 검량 곡선( $y=3.0534x-0.0005$ ,  $R^2=0.9998$ )으로부터 함량을 구하였다.

### DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능 측정은 Stagos 등(19)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 0.2 mL에 에탄올로 용해한 0.4 mM DPPH 용액 0.8 mL을 첨가하여 혼합한 후 상온에서 10분간 반응하였다. 그리고 microplate reader를 사용하여 490 nm에서 흡광도 값을 측정한 후 다음 식을 이용하여 결과 값을 나타내었다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{Experiment}}}{A_{\text{Control}}}\right) \times 100$$

### ABTS radical 소거능 측정

ABTS radical 소거능은 Custódio 등(20)의 방법을 변형하여 측정하였다. 7 mM ABTS와 2.45 mM potassium persulphate를 혼합한 후, 암소에서 16시간 방치하여 양이온 ABTS+을 형성시켰다. 다음 734 nm에서 흡광도의 값이 1.7 이하가 되도록 보정하여 ABTS 용액을 제조하였다. 농도별로 희석된 시료를 10 µL씩 1.5 mL tube에 취하고 ABTS 용액 1 mL을 첨가하여 30분 동안 반응시킨 다음, microplate reader를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS radical 소거능은 다음 식에 의하여 값을 백분율로 나타내었다.

$$\text{ABTS radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{Experiment}}}{A_{\text{Control}}}\right) \times 100$$

### Ferric ion reducing antioxidant power (FRAP) 측정

FRAP은 Biglari 등(21)의 방법을 변형하여 측정하였다. 0.3 M sodium acetate buffer(pH 3.6), 10 mM TPTZ 및 20 mM FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O를 제조하여 실험직전에 10:1:1의 비율로 혼합하여 FRAP용액을 제조하였다. 다음 FRAP용액 1.5 mL에 시료 50 µL, 증류수 150 µL를 첨가한 후 37°C에서 4분간 반응시킨 후, microplate reader를 이용하여 593 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### Reducing power

Reducing power는 Jayaprakasha 등(22)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 0.5 mL에 0.2 M phosphate buffer(pH 6.6) 및 1% potassium ferricyanide를 각각 2.5 mL씩 첨가하

여 혼합한 후 50°C에서 20분간 반응시켰다. 다음 10% TCA 용액 2.5 mL을 첨가하여 1,790×g에서 10분간 원심분리 후 상등액 2.5 mL을 취하여 증류수 2.5 mL과 ferric chloride 0.5 mL을 첨가하여 혼합한 후 microplate reader를 사용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### Oxygen radical absorbance capacity(ORAC)

본 실험에서 시료, 표준물질의 농도별 희석 및 시약의 제조는 75 mM phosphate buffer(pH 7.4)를 이용하였다. Black well plate에 시료 25 µL, 40 nM fluorescein 150 µL를 첨가하고 측정 직전에 144 mM AAPH 25 µL를 첨가한 다음 fluorescence microplate reader(Spectramax GEMINI EM, Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 485 nm에서 전자여기 후 530 nm에서 방출되는 조건으로 37°C에서 90분간 3분마다 fluorescence의 감소율을 측정하였다. 결과 값은 시료 첨가구와 무 첨가구의 area under curve(AUC)값을 나타낸 후 Trolox를 이용하여 작성한 검량선( $y=1.6079x+0.917$ ,  $R^2=0.9912$ )에 대입하여 나타내었다 (23).

$$\text{Area under curve (AUC)} = 1 + f_1/f_0 + f_2/f_0 + f_3/f_0 + f_4/f_0 + \dots f_{31}/f_0$$

#### 통계분석

연화 및 연화주의 항산화성분 및 항산화활성의 결과 값은 SAS version 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 이용하여 통계분석 하였다. 유의성 분석은 ANOVA 검정을 실시하였으며 Duncan의 다중범위 검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성은  $p<0.05$  수준에서 검정하였다.

### 결과 및 고찰

#### 연화 및 연화주의 영양성분

연화 및 연화주의 일반성분을 분석한 결과(Table 1), 연화 및 연화주의 수분함량은 각각 85.90 및 92.87%이었다. 조회분 함량은 각각 1.04 및 0.15%, 조단백질 함량은 1.91 및

**Table 1. Proximate composition of lotus flower and lotus flower wine**

	Moisture (%)	Crude ash (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Carbohydrate <sup>4)</sup> (%)
LF <sup>1)</sup>	85.90±0.25 <sup>3)</sup>	1.04±0.04 <sup>*</sup>	1.91±0.02 <sup>*</sup>	0.30±0.01 <sup>*</sup>	10.85
LF wine <sup>2)</sup>	92.87±0.32 <sup>*</sup>	0.15±0.02	1.70±0.01	0.11±0.01	5.17

<sup>1)</sup>LF (lotus flower)

<sup>2)</sup>LF wine (lotus flower wine)

<sup>3)</sup>Values are mean±SD

<sup>4)</sup>Total Carbohydrate: 100-(moisture+crude ash+crude protein+crude fat)

<sup>\*</sup>Student's t test ( $P < 0.05$ )

1.70%, 조지방 함량은 0.30 및 0.11%, 탄수화물 함량은 10.85 및 5.17%이었다. 연화 및 연화주의 아미노산 조성은 Table 2와 같이, 연화의 총 아미노산 함량은 2,167.7 mg/kg 이었고 필수 아미노산은 성인기준으로 histidin을 제외한 valine, leucine, isoleucine, threonine, phenylalanine, lysine, methionine 및 tryptophane의 함량이 484.9 mg/kg으로 전체 아미노산 함량의 약 22.4%를 차지하였다. 연화주의 경우, 총 아미노산 함량은 6,315.2 mg/kg이었고, 필수 아미노산 함량은 1,714.1 mg/kg으로 전체 아미노산 함량의 약 27.1%로 나타났다. 한편, 아미노산 중에서 glutamine이 연화 및 연화주 각각 603.6 mg/kg, 1,410.1 mg/kg으로 가장 많이 함유되어 있었다. 연화는 asparagine, serine 순으로 함량이 높았으며 arginine 및 glycine 등은 미량 함유된 것으로 나타났다. 반면, 연화주는 glutamine 다음으로 arginine, leucine 순으로 높은 함량을 보였으며 cystine은 비교적 낮은 함량을 보였다.

연화 및 연화주에 함유된 fructose, glucose, sucrose, lactose, maltose 및 sucrose의 유리당 함량을 분석한 결과는

**Table 2. Amino acid composition of lotus flower and lotus flower wine**

Amino acid	LF <sup>1)</sup> (mg/kg)	LF wine <sup>2)</sup> (mg/kg)
Aspartic acid	152.9±9.9 <sup>3)</sup>	275.7±6.2
Glycine	15.9±1.2	207.6±7.5
Alanine	69.0±2.5	464.3±16.6
Valine	127.3±2.3	268.2±9.9
Leucine	65.0±1.7	495.5±16.7
Isoleucine	51.9±3.0	186.3±8.0
Serine	213.9±6.6	202.3±6.1
Threonine	114.0±5.2	124.3±3.7
Tyrosine	29.9±2.8	316.8±16.9
Proline	74.3±4.2	401.5±18.0
Arginine	17.1±3.1	651.0±20.9
Histidine	78.5±3.5	144.6±0.5
Cystine	ND <sup>4)</sup>	25.2±4.4
Phenylalanine	32.7±0.4	387.7±16.5
Lysine	68.1±0.6	466.6±11.8
Methionine	ND	109.2±8.8
Tryptophane	25.9±0.1	64.0±1.1
Asparagine	427.7±12.5	141.3±3.6
Glutamine	603.6±29.8	1,410.1±33.4
Total amino acid	2,167.7	6,315.2
Essential amino acid	484.9	1,714.1

<sup>1)</sup>LF (lotus flower)

<sup>2)</sup>LF wine (lotus flower wine)

<sup>3)</sup>Values are mean±SD

<sup>4)</sup>Not Detected

Table 3과 같이, 연화에는 fructose가 0.14 g/100 g 함유되어 있었고 glucose는 0.09 g/100 g 함유되어 있었으며 lactose, maltose 및 sucrose는 검출되지 않았다. 반면, 연화주에는 glucose 1.85 g/100 g이 함유되어 있었으며 fructose, lactose, maltose 및 sucrose는 검출되지 않았다. Table 4는 연화 및 연화주의 지방산 조성으로 연화는 palmitic acid(C16:0)가 약 38.63%로 가장 높았고, linoleic acid(C18:2n6c) 및 eicosenoic acid(C20:1)도 각각 약 26.96%, 21.11%를 차지하였다. 반면, 연화주의 지방산 함량은 oleic acid(C18:1n9c)가 약 76.24%의 비율로 가장 많이 함유되어 있었으며 linoleic acid(C18:2n6c)도 13.50%의 비율로 전체 지방산 중에서 불포화지방산의 함량이 약 89.74%로 매우 높았다.

무기질 함량(Table 5)은 연화에서 K이 390.91 mg/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었고, Ca(131.27 mg/100 g),

**Table 3. Free sugar content of lotus flower and lotus flower wine**

	LF <sup>1)</sup> (g/100g)	LF wine <sup>2)</sup> (g/100g)
Fructose	0.14±0.01 <sup>3)</sup>	ND <sup>4)</sup>
Glucose	0.09±0.01	1.85±0.01
Lactose	ND	ND
Maltose	ND	ND
Sucrose	ND	ND

<sup>1)</sup>LF (lotus flower)

<sup>2)</sup>LF wine (lotus flower wine)

<sup>3)</sup>Values are mean±SD

<sup>4)</sup>Not Detected

**Table 4. Fatty acid composition of lotus flower and lotus flower wine**

Fatty acids	LF <sup>1)</sup> (%)	LF wine <sup>2)</sup> (%)
Lauric acid (C12:0)	ND <sup>3)</sup>	0.10±0.01 <sup>4)</sup>
Myristic acid (C14:0)	ND	0.22±0.04
Palmitic acid (C16:0)	38.63±0.29	8.23±0.41
Palmitoleic acid (C16:1)	5.87±0.06	ND
Stearic acid (C18:0)	2.54±0.57	1.71±0.02
Oleic acid (C18:1n9c)	4.89±0.05	76.24±0.54
Linoleic acid (C18:2n6c)	26.96±0.51	13.50±0.39
Eicosenoic acid (C20:1)	21.11±0.35	ND
Sub total	100.00	100.00
Saturated fatty acid	41.17	10.26
Unsaturated fatty acid	58.83	89.74
Monounsaturated fatty acid	31.87	76.24
Polyunsaturated fatty acid	26.96	13.50

<sup>1)</sup>LF (lotus flower)

<sup>2)</sup>LF wine (lotus flower wine)

<sup>3)</sup>Not Detected

<sup>4)</sup>Values are mean±SD

Mg(47.56 mg/100 g) 순으로 나타났다. 연화주에는 K이 27.40 g/100 g으로 가장 많이 함유되어 있었고 Na(17.12 g/100 g), Mg(8.85 g/100 g) 순으로 나타났다. 연꽃의 부위별 무기질 함량을 조사한 Im(24)의 연구에서 연꽃의 주요 무기질 함량은 Ca, K, Na, Mg, Fe 순의 나타나 연화와는 다른 경향을 보였다. 한편, 연화 및 연화주의 유기산 함량 및 조성을 분석한 결과는 Table 6과 같이 연화는 citric acid(2,222.22 mg/kg)가 가장 많이 함유되어 있었으며 그 다음 malic acid, oxalic acid, lactic acid 순으로 나타났다. 반면 연화주는 lactic acid(5,427.90 mg/kg)가 가장 많이 함유되어 있었으며 citric acid, acetic acid 순으로 나타났다.

**Table 5. Mineral contents of lotus flower and lotus flower wine**

	LF <sup>1)</sup> (mg/100g)	LF wine <sup>2)</sup> (mg/100g)
Na	40.01±0.77 <sup>3)</sup>	17.12±0.12
Ca	131.27±5.61	4.67±0.33
K	390.91±9.60	27.40±1.86
Fe	1.63±0.05	0.07±0.00
P	ND <sup>4)</sup>	ND
Mn	9.60±0.27	0.62±0.03
Zn	0.73±0.05	0.87±0.06
Cu	0.11±0.01	ND
Mg	47.56±1.26	8.85±0.45
Total	621.82	59.60

<sup>1)</sup>LF (lotus flower)

<sup>2)</sup>LF wine (lotus flower wine)

<sup>3)</sup>Values are mean±SD

<sup>4)</sup>Not Detected

**Table 6. Organic acid content of lotus flower and lotus flower wine**

	LF <sup>1)</sup> (mg/kg)	LF wine <sup>2)</sup> (mg/kg)
Citric acid	2,222.22±52.28 <sup>3)</sup>	2,372.94±104.79
Succinic acid	ND <sup>4)</sup>	ND
Malic acid	598.63±9.61	ND
Fumaric acid	118.34±1.06	ND
Oxalic acid	318.77±15.44	ND
Lactic acid	297.48±8.15	5,427.90±161.98
Acetic acid	ND	688.18±65.94
Formic acid	ND	ND

<sup>1)</sup>LF (lotus flower)

<sup>2)</sup>LF wine (lotus flower wine)

<sup>3)</sup>Values are mean±SD

<sup>4)</sup>Not Detected

### 총 페놀 및 플라보노이드 함량

연화 에탄올 추출물(lotus flower ethanol extract, LFE),

연화 열수 추출물(lotus flower water extract, LFW) 및 연화주 동결건조물(freeze dried lotus flower wine, FLF wine)의 총 페놀 함량과 총 플라보노이드 함량을 분석한 결과 Table 7과 같이 연화 에탄올 추출물 및 열수추출물의 총 페놀 함량 및 총 플라보노이드 함량이 연화주 동결건조물에 비해 높은 것으로 나타났다. 연꽃의 부위별 추출물의 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량을 연구한 Lee 등(25)의 결과에 따르면 연꽃 70% 에탄올 추출물에는 약 182.7 mg/g의 총 페놀화합물 및 32.3 mg/g의 총 플라보노이드 함량이 존재한다고 보고하여 본 연구에서의 연화 에탄올추출물의 총 페놀(약 76 mg GAE/g) 및 총 플라보노이드(20 mg QE/g)와는 다소 차이를 보였다. 이는 Im 등(26)의 연구에서 백련 4종류(가람, 초의, 백화건련, 승달)의 열수 및 에탄올 추출물을 이용하여 효능을 비교한 결과, 가람 열수추출물에서 144.2 µg/mL-1로 가장 높은 총 페놀 함량을 나타내었고 다음으로 초의(90.6 µg/mL-1), 백화건련(56.4 µg/mL-1) 및 승달(39.8 µg/mL-1)순으로 나타난 것과 유사한 것으로 연꽃 및 연화 품종 간의 차이로 판단되어진다.

**Table 7. Total phenol and total flavonoid contents of lotus flower water extract, lotus flower ethanol extract and lotus flower wine**

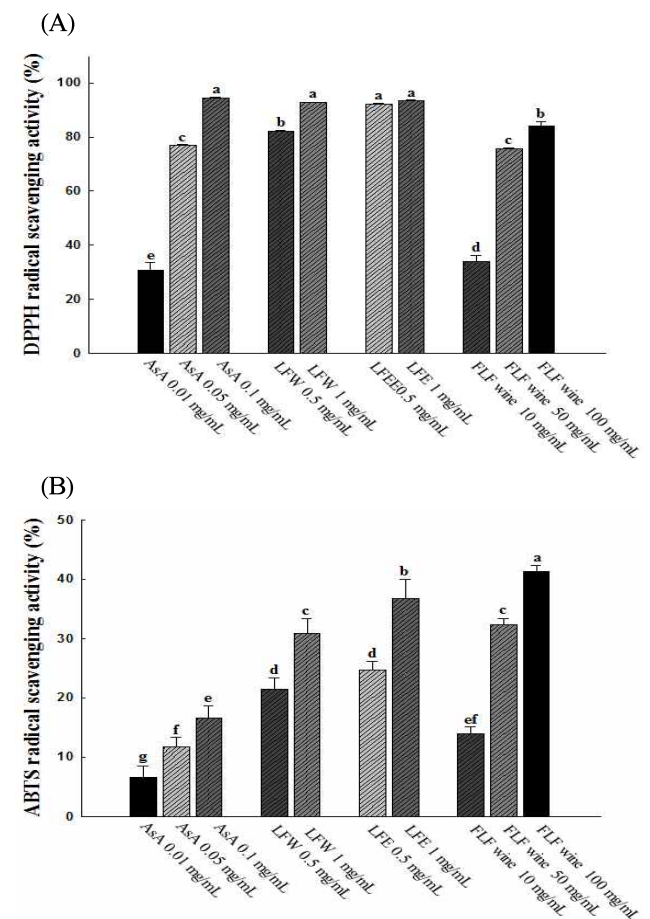
Sample	Mean±SD	RSD(%)	
Total phenolic content (µg GAE <sup>1)</sup> /g)	LFW <sup>3)</sup>	69,685±1,629 <sup>b</sup>	2.34
	LFE <sup>4)</sup>	76,036±334 <sup>a</sup>	0.44
	FLF wine <sup>5)</sup>	958±4 <sup>c</sup>	0.41
Total flavonoid content (µg QE <sup>2)</sup> /g)	LFW	21,932±156 <sup>a</sup>	0.71
	LFE	20,163±1,149 <sup>b</sup>	5.70
	FLF wine	376±5 <sup>c</sup>	1.35

<sup>1)</sup>GAE, gallic acid equivalent  
<sup>2)</sup>QE, quercetin equivalent  
<sup>3)</sup>LFW (lotus flower water extract)  
<sup>4)</sup>LFE (lotus flower ethanol extract)  
<sup>5)</sup>FLF wine (freeze dried lotus flower wine)

**항산화활성**

연화 에탄올 추출물, 연화 열수 추출물 및 연화주 동결건조물에 대한 항산화 활성은 다양한 *in vitro* 항산화활성 평가 모델(DPPH radical scavenging, ABTS radical scavenging, FRAP activity, reducing power, oxygen radical absorbance capacity)에서 실시하였다. Fig. 1은 연화 에탄올 추출물, 연화 열수 추출물 및 연화주 동결건조물의 DPPH radical 및 ABTS radical 소거능을 평가한 결과로서 연화 에탄올 추출물 및 열수 추출물에서 연화주 동결건조물에 비해 높은 활성을 나타내었다. 이는 Jeong 등(27)의 연구에서 총 페놀 함량이 높았던 블루베리 추출물에서 라즈베리 추출물보다 높은 항산화능을 나타낸 것과 유사한 결과로 페놀성 화합물에 존재하는 hydroxyl group(-OH)에 의한 전자공여능에 기인한 것으로 판단되어진다. 또한, FRAP activity 및 reducing

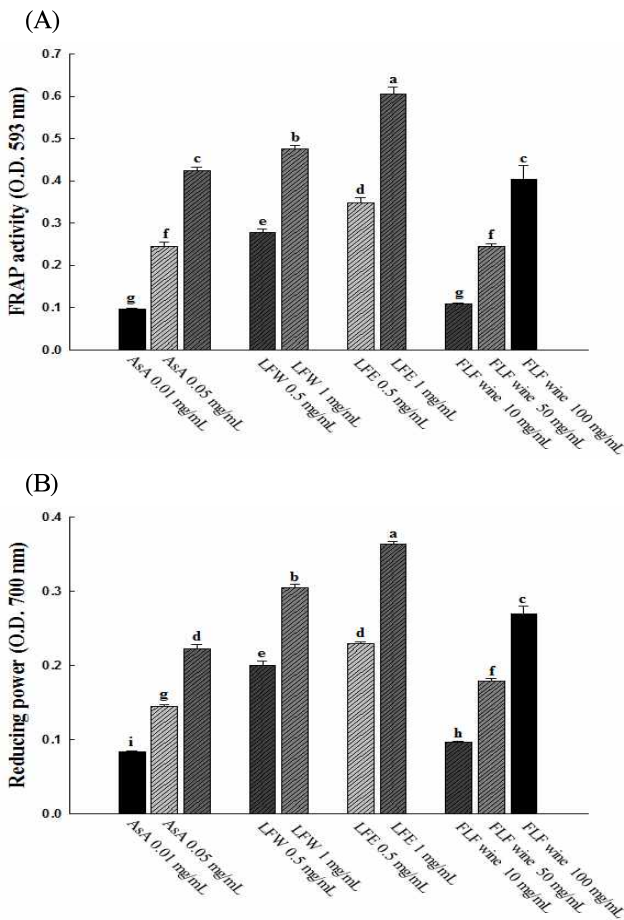
power의 경우에도 Fig. 2에서와 같이, 연화 에탄올 추출물 및 열수 추출물에서 연화주 동결건조물에 비해 높은 항산화 활성을 보여 DPPH radical 및 ABTS radical 소거능의 결과와 같은 양상을 나타내었다. 한편, radical chain reaction의 주요단계인 수소 전자 전달과 관련하여 항산화성분의 free radical 소거능을 나타내는 ORAC value는 hydrophobic 성분과 hydrophilic 성분에 모두 반응하기 때문에 전자전달이론과 관련된 항산화활성을 보다 수치화 하여 나타낸 것으로 연화 추출물 및 연화주 동결건조물의 측정 결과는 Table 8과 같다. ORAC value는 연화 에탄올 추출 및 열수 추출물에서 각각 272.9±7.6 및 275.3±2.6 mM TE/g을 나타낸 반면, 연화주 동결건조물에서는 11.5±0.4 mM TE/g의 ORAC value를 나타냈다. Feeney(28)는 성인 일일 ORAC 권장량을 약 3,000 - 5,000 ORAC 지수로 제시한바 연화 및 연화주의 섭취는 체내 산화적 스트레스 저감에 도움을 줄 것으로



**Fig. 1. DPPH radical scavenging activity (A) and ABTS radical scavenging activity (B) of lotus flower water extract, lotus flower ethanol extract and freeze dried lotus flower wine.**

AsA: ascorbic acid, LFW: lotus flower water extract, LFE: lotus flower ethanol extract, FLF wine: freeze dried lotus flower wine. Each bar represents the mean±SD of triplicate determinations, n=3.

<sup>a-g</sup>Means in the same column not sharing a common letter are significantly different (P<0.05) by Duncan's multiple test.



**Fig. 2.** FRAP (A) and Reducing power (B) of lotus flower water extract, lotus flower ethanol extract and freeze dried lotus flower wine.

AsA: ascorbic acid, LFW: lotus flower water extract, LFE: lotus flower ethanol extract, FLF wine: freeze dried lotus flower wine. Each bar represents the mean±SD of triplicate determinations, n=3.

<sup>a</sup>Means in the same column not sharing a common letter are significantly different (P<0.05) by Duncan's multiple test.

**Table 8.** ORAC values of lotus flower water extract, lotus flower ethanol extract and lotus flower wine

Sample	Mean±SD	RSD(%)
ORAC values (mM TE <sup>1)</sup> /g)		
LFW <sup>2)</sup>	275.3±2.6a	0.9
LFE <sup>3)</sup>	272.9±7.6a	2.8
FLF wine <sup>4)</sup>	11.5±0.4b	3.6

<sup>1)</sup>TE, trolox equivalent

<sup>2)</sup>LFW (lotus flower water extract)

<sup>3)</sup>LFE (lotus flower ethanol extract)

<sup>4)</sup>FLF wine (freeze dried lotus flower wine)

판단되었다. 연잎 및 연꽃의 항산화활성은 주로 quercetin, roemerin, liriodenune, leucocyanidin 등과 같은 페놀성 화합물에 기인한 것으로 알려져 있지만(5), 연화에 대한 페놀성 화합물의 분석 자료는 아직 보고된 바 없어 향후 연화 추출물에 함유된 bioactive compound의 함량 분석 및 *in vivo*

모델을 이용한 효능평가가 선행되어야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 연화 및 연화주에 대한 식품학적 기초자료를 제공하고자 연화 및 연화주의 영양성분, 항산화성분 및 다양한 모델에서의 항산화활성을 평가하였다. 연화 및 연화주의 수분함량은 각각 85.90 및 92.87%이었고, 조회분 함량은 1.04 및 0.15%, 조단백질 함량은 1.91 및 1.70%, 조지방 함량은 0.30 및 0.11%, 탄수화물 함량은 10.85 및 5.17%이었다. 연화 및 연화주의 총 아미노산 함량은 각각 2,168 및 6,341 mg/kg 이었고 필수 아미노산은 각각 485 및 2,246 mg/kg으로 전체 아미노산 함량의 약 26.0 및 35.4%이었다. 연화에는 fructose가 0.14 g/100 g 함유되어 있었고 연화주에는 glucose 1.85 g/100 g이 함유되어 있었으며 지방산 조성은 연화의 경우, palmitic acid(C16:0)가 약 38.63%로 가장 높았고, 연화주의 경우 oleic acid(C18:1n9c)가 약 76.24%의 비율로 가장 높았다. 무기질 함량은 연화(390 mg/100 g) 및 연화주(27.40 g/100 g)에서 모두 K이 가장 높았다. 유기산 함량은 연화에서 citric acid(2,222 mg/kg)가 가장 많았고, 연화주는 lactic acid(5,427.90 mg/kg)가 가장 많았다. 한편, 연화 에탄올 추출물 및 열수 추출물의 항산화활성은 연화주 동결건조물에 비해 높았으며 이는 총 페놀 함량의 결과와 유사한 경향을 나타냈다. ORAC value는 연화 에탄올 추출 및 열수 추출물에서 각각 272.9±7.6 및 275.3±2.6 mM TE/g을 나타낸 반면, 연화주 동결건조물에서는 11.5±0.4 mM TE/g로 나타났다. 이상의 연구 결과로부터 연화 추출물은 다양한 항산화 평가모델에서 항산화 활성을 나타내었으며 전통 방식에 의해 제조된 연화주의 항산화 활성은 연화에 함유된 일부 항산화 성분의 침출에 기인된 것으로 사료되며, 연화 추출물 및 연화주는 체내 산화적 스트레스 저감에 일부 도움을 줄 것으로 판단되었다.

## References

1. Park SK, Chang MS, Kim HM, Yang WM, Kim DR, Park EH, Ko EB, Choi MJ, Kim HY, Oh JH, Shim KJ, Yoon JW (2007) Inhibitory effects of *Nelumbo nucifera* on tyrosinase activity and melanogenesis in Clone M-3 melanocyte cells. *Kor J Herbol*, 22, 87-94
2. Kim MS, Park YJ, Sohn YW (2010) Antioxidative effect and melanogenesis of *Nelumbo nucifera* stamen extract on cultured Human skin melanoma cells injured by hydrogen peroxide. *Korean J Plant Res*, 23, 145-150
3. Seo YM, Park YJ, Choi YS (2009) Study on the protective effect of *Nelumbo nucifera* GAERTN extract on cultured

- cerebral neuroglial cells damaged by hexavalent chromium. *Flower Res J*, 17, 242-245
4. Oh YL (2010) Effect of flower extract on antioxidative of cultured C6 glioma cells damaged by glucose oxidase of reactive oxygen species in *Nelumbo nucifera*. *J Kor Soc People Plants Environ*, 13, 17-24
  5. Chang MS, Ko EB, Lee HJ, Kim JS, Kim JS, Jee SW, Kim HY, Yeom MH, Kim DH, Kim HK, Park SK (2011) The effects of *Nelumbo nucifera* on ultraviolet-B irradiated human keratinocytes. *Kor J Herbol*, 26, 45-49
  6. Lee KS, Kim MG, Lee KY (2006) Antioxidative activity of ethanol extract from lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf. *J Kor Soc Food Sci Nutr*, 35, 182-186
  7. Park SY, Hwang TY, Kim JH, Moon KD (2001) Quality changes of minimally processed lotus root (*Nelumbo nucifera*) with browning inhibitors. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 8, 164-168
  8. Peng Q, Wei Z, Lau BH (1998) Fructus corni enhances endothelial cell antioxidant defenses. *Gen Pharmacol*, 31, 221-225
  9. Yu SY, Lee YJ, Kang SN, Lee SK, Jang JY, Lee HK, Lim JH, Lee OH (2013) Analysis of food components of *Carthamus Tinctorius* L. seed and its antimicrobial activity. *Korean J Food Preserv*, 20, 227-233
  10. Kwak WS (2013) Prepararion method of traditional wine prepared with lotus flower. Korea Patent No 10-2013-0045653
  11. AOAC(1990) Official Methods of Analysis. 15th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, p 40-64
  12. Waters (1993) AccQ-Tag Amino acid Analysis System. Operator's Manual
  13. Korea Food and Drug Administration (2003) Test method in general 1 Food Code(separate volume)
  14. AOAC(1995) Official Methods of Analysis. 16th ed, The Scientific Association Dedicated to Analytical Excellence. Washington DC, p 11-15
  15. AOAC(1995) Official Methods of Analysis. 16th ed, The Scientific Association Dedicated to Analytical Excellence. Washington DC, p 71-73
  16. Park WM, Kang DS, Bae TJ (2014) Studies on organic acid, vitamin and free sugar contents of commercial dried lavers (*Porphyra yezoensis*) cultivated in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 43, 172-177
  17. Duval B, Shetty K (2001) The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. *J Food Biochem*, 25, 361-377
  18. Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. (2000) Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol*, 71, 109-114
  19. Stagos D, Portesis N, Spanou C, Mossialos D, Aligiannis N, Chaita E, Panagoulis C, Reri E, Skaltsounis L, Tsatsakis AM, Kouretas D (2012) Correlation of total polyphenolic content with antioxidant and antibacterial activity of 24 extracts from Greek domestic lamiaceae species. *Food Chem Toxicol*, 50, 4115-4124
  20. Custódio L, Ferreira AC, Pereira H, Silvestre L, Vizetto-Duarte C, Barreira L, Varela (2012) The marine halophytes *Carpobrotus edulis* L. and *Arthrocnemum macrostachyum* L. are potential sources of nutritionally important PUFAs and metabolites with antioxidant, metal chelating and anticholinesterase inhibitory activities. *J Bot Mar*, 55, 281-288
  21. Biglari F, AlKarkhi AF, Easa AM (2008) Antioxidant activity and phenolic content of various date palm (*Phoenix dactylifera*) fruits from Iran. *Food Chem*, 107, 1636-1641
  22. Jayaprakasha GK, Singh RP, Sakariah KK (2001) Antioxidant activity of grape seed (*Vitis vinifera*) extracts on peroxidation models in vitro. *Food Chem*, 73, 285-290
  23. Yun JS, Pahk JW, Lee JS, Shin WC, Lee SY, Hong EK (2011) *Inonotus obliquus* protects against oxidative stress-induced apoptosis and premature senescence. *Mol Cells*, 31, 423-429
  24. Im MH. (2011) Growth characteristics and major nutrient component of white lotus cultivated in Muan. Ph.D thesis, Mokpo University, Mokpo, Korea, 1-81
  25. Lee JY, Yu MR, An BJ (2010) Comparison of biological activity between *Nelumbo nucifera* G. extracts and cosmetics adding *Nelumbo nucifera* G. *Life Sci*, 20, 1241-1248
  26. Im MH, Park YS, Cho JY, Heo BG (2008) Assessment of the physiological activities of flower extracts from White Lotus. *Korean J Community Living Sci*, 19, 3-10
  27. Jeong CH, Choi SG, Heo HJ. 2008. Analysis of nutritional compositions and antioxidative activities of korean commercial blueberry and raspberry. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37, 1375-1381.
  28. Feeney MJ (2004) Fruits and the prevention of lifestyle-related diseases. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 31, 11-13