

## 김천산 자두 후무사의 화학적 성분과 항산화 활성

윤옥현<sup>1</sup> · 정보영<sup>2</sup> · 김은경<sup>3</sup> · 정운화<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>김천대학교 식품영양학과

<sup>2</sup>단국대학교 식품영양학과

<sup>3</sup>경희대학교 조리외식경영학과

### Chemical Composition and Antioxidant Activities of *Prunus salicina Formosa* Produced in Gimcheon

Ok Hyun Yoon<sup>1</sup>, Boyoung Jeong<sup>2</sup>, Eunkyong Kim<sup>3</sup>, and Yoonhwa Jeong<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food and Nutrition, Gimcheon University, Gyeongbuk 740-704, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Gyeonggi 448-701, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Culinary Science and Food Service Management, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

#### Abstract

The present study was designed to investigate the chemical composition and antioxidant activities of *Prunus salicina Formosa* produced in Gimcheon. The free sugar amounts in *Prunus salicina Formosa* were fructose>glucose>sucrose>maltose, and malic acid contents in *Prunus salicina Formosa* were the highest among all the organic acids found in the present study. Each *Prunus salicina Formosa* extract was obtained by treating *Prunus salicina Formosa* with distilled water, 80% ethanol, 60% acetone, and 80% methanol at 25 and 50°C. The highest contents of total polyphenol and flavonoid were observed in the 60% acetone extract and 80% ethanol extract, respectively. The 60% acetone extract exhibited the greatest DPPH radical scavenging ability, reducing power, and nitrite scavenging ability. However, SOD-like activity was not considerably different for all the extracts studied. The results from the present study could be helpful for developing antioxidant products using *Prunus salicina Formosa* produced in Gimcheon.

**Key words:** *Prunus salicina Formosa*, total polyphenol, DPPH radical scavenging ability, SOD-like activity, reducing power

#### 서 론

인간을 비롯한 모든 생물체들은 공기 중의 산소를 이용하여 생명 유지에 필요한 에너지를 발생하는 과정에서 활성산소들의 유해에 대한 근본적인 자기방어 기구를 가지고 있다. 활성산소는 호기성 생물체에서 생명유지에 절대적으로 필요한 산소가 전자수용체로써 에너지 공급을 위해 생화학적 반응이 지속적으로 일어나는 과정에서 발생한다(1). 그러나 생체방어기구에 이상이 초래되거나 각종 물리, 화학적 요인들에 의해 활성산소의 생성이 증가되면 생체 내 산화적 손상을 받게 되며, 조직의 방어 기구에서 해리되지 못한 활성산소는 광범위한 생체 현상에 관여하여 직접 또는 간접적으로 생체에 장애를 일으키는 것으로 알려져 있다(2).

활성산소는 산화효소, 식세포 및 금속이온에 의한 자동산화 반응과 catecholamine의 산화 반응 등 내인적 생성 요인과 햇빛, 담배, 매연, 약물, 방사선 등 외인적 요인에 의해 생성되어 단백질, DNA, 효소 및 T-cell과 같은 면역계를 손

상시키며 각종 질환을 야기한다. 특히 생체막의 구성 성분인 불포화 지방산을 공격하여 생성되는 과산화 지질의 축적은 생체기능의 저하나 노화 및 성인병을 유발하는 것으로 알려져 있다(3). 따라서 활성산소를 방어하는 항산화 물질이 이러한 질병 치료의 가능성 때문에 주목받고 있으며, 그중 천연물에서 추출한 자연 항산화제에 관한 연구가 활발하다(1-7). 식물체도 자외선에 의한 산화나 자동산화로부터 자신을 보호하기 위하여 폴리페놀(polyphenol)류의 항산화 물질을 세포내에 함유하고 있다. 특히 각종 과채류에 다량으로 존재하는 천연물질인 플라보노이드류와 산성 페놀화합물들이 항산화성, 항알레르기성, 항암성 등 다양한 생리활성 기능을 갖고 있는 것으로 밝혀져 이에 대한 검색이 활발히 진행되고 있다(4-7).

자두는 신라시대 때부터 재배되어 오고 있는 오래된 과실로 장미과 벚나무속 자두아속에 속하며, 원산지에 따라 동양계자두(*Prunus salicina*), 유럽계자두(*Prunus domestica*) 및 북미 원산의 미국자두(*Prunus americana*)로 나눌 수 있다.

\*Corresponding author. E-mail: yjeong@dankook.ac.kr  
Phone: 82-31-8005-3716, Fax: 82-31-8005-4054

동양계 자두의 품종은 크게 대석조생, 뷰티, 포모사, 산타로사, 솔담 등으로 나누어질 수 있다. 후무사(*Prunus salicina Formosa*)는 *Prunus americana*, *Prunus simonii*와 *Prunus salicina*의 교잡종으로 4월에 꽃이 피고 꽃이 진 후에 열매가 자라나며 과일이 커지면 슈아주게 되는데, 6월 중순경부터 서서히 자두를 슈아내기를 하며 후무사의 완숙 시기는 보통 7월 중·하순으로 알려져 있다. 후무사는 우리나라에서 가장 많이 선호하는 품종이며, 대과종이고 열매 결실이 좋고 당도가 높은 특징을 가진다(8).

자두는 예로부터 썩시는 것과 오랜 열을 다스리는 것으로 알려졌으며, 민간에서는 짓이 붓거나 유선염에 걸렸을 경우 자두를 눌러 붙이기도 했으며, 최근에는 자두가 골다공증 예방, 여성호르몬 형성, 주름살 예방, 피부보호, 빈혈 예방, 식욕증진, 스트레스 해소 및 피로 회복에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(9). 최근의 연구에 따르면, 자두는 플라보노이드와 phenolic acid와 같은 천연 페놀 화합물을 다량 함유하고 있어(10) 우리가 일상적으로 섭취하는 천연 항산화제 중의 하나로 알려지고 있다. 하지만 후무사를 포함한 자두류에 관한 연구는 아직도 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 김천에서 생산되는 후무사의 화학적 성분 및 항산화 활성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

후무사는 김천농협공판장(Gimchun, Korea)에서 구매하여 사용하였다. 과실에서 씨를 제거한 후 과육과 껍질을 동결건조 하여 분말화한 후 각각 10 g을 80% ethanol, 80% methanol, 60% acetone, 물 등 용매 200 mL로 25°C와 50°C에서 추출하여 거즈로 여과한 다음 감압여과 한 것을 농축하였다. 농축한 시료를 동결건조한 후 분쇄하여 본 실험을 위한 시료로 사용하였다.

### 일반성분

수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량은 AOAC법(11)을 사용하였으며, 탄수화물 함량은 전체 100%에서 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량을 제외한 나머지 부분으로 계산하였다(Table 1).

### 유리당 함량

유리당 함량 분석을 위한 시료 조제 및 전처리에는 Kerem 등(12)의 방법을 변형하여 사용하였다. 자두 분말 1 g에 25 mL의 증류수를 가하고 30°C shaking incubator에서 30분간 추출 후 2,860×g에서 15분간 원심분리 하여 상정액을 얻었다. 자두 분말에 함유된 유리당이 완전 용출되도록 이 과정을 2회 반복하여 실시한 후 상정액을 모두 합하여 유리당 분석용 시료로 사용하였다. 이때 자두 추출액 중에 함유된 폴리페놀 화합물 등 유리당 이외의 물질을 제거하기 위해

**Table 1.** The proximate composition of *Prunus salicina Formosa* (Unit: %)

<i>Prunus salicina Formosa</i>	
Moisture	88.38
Crude ash	0.33 (2.84) <sup>1)</sup>
Crude fat	0.06 (0.52)
Crude protein	0.53 (4.56)
Carbohydrate <sup>2)</sup>	10.70 (92.08)

<sup>1)</sup>Dry weight basis.

<sup>2)</sup>Carbohydrate content was calculated by subtracting sum of moisture, crude fat, crude ash, and crude protein contents from total percentage (100%).

자두 추출액 일부를 취한 후 polyvinylpyrrolidone을 0.01% 가한 후 5분간 교반 후 0.2 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC(JASCO Co., Tokyo, Japan)와 RI detector를 사용하여 분석하였다. 칼럼은 carbohydrate high performance column(4.0 µm, 4.6×250 mm, Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였으며, mobile phase는 75% acetonitrile을 1.4 mL/min 속도로 용출시켰다. 표준물질은 fructose, glucose, sucrose 및 maltose로 외부표준법을 이용하여 검량선 작성 후 정량 분석하였다. 모든 분석결과는 2회 반복하여 측정된 평균치로 나타내었다.

### 유기산 함량

유기산 분석은 Sturm 등(13)의 방법을 변형하여 사용하였다. 자두 분말 1 g에 25 mL의 증류수를 가한 후 30°C shaking incubator에서 30분간 추출하여 2,860×g에서 15분간 원심분리 하여 상정액을 얻었다. 자두 분말에 함유된 유기산이 완전 용출되도록 이 과정을 2회 반복하여 실시한 후 상정액을 모두 합하여 유기산 분석용 시료로 사용하였다. 이때 자두 추출액 중에 함유된 폴리페놀 화합물 등 유기산 이외의 물질을 제거하기 위해 자두 추출액 일부를 취한 후 polyvinylpyrrolidone을 0.01% 가하고 5분간 교반 후 0.2 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC(JASCO Co., Tokyo, Japan)와 multiwavelength detector를 사용하여 분석하였다. 칼럼은 Supelcogel C-610H column(9 µm, 7.8×300 mm, Sigma Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였으며, mobile phase는 0.1% phosphoric acid를 0.5 mL/min 속도로 용출시켰다. 표준물질은 oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid, formic acid 및 acetic acid로 외부표준법을 이용하여 검량선 작성 후 정량 분석하였다. 모든 분석결과는 2회 반복하여 측정된 평균치로 나타내었다.

### 총 페놀 함량

총 페놀 함량은 Folin과 Denis(14)의 방법으로 추출물 1 g에 Folin Ciocalteu 시약 및 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액을 각 1 mL씩 차례로 가하고, 실온에서 1시간 정치한 후 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. Caffeic acid(Sigma Co.)를 0~100 µg/mL의 농도로 제조하여 시료와 동일한 방법으로 분석하여 얻은 표준 검량선으로부터 시료 추출물의 총 페놀 함량을 산출하여

과실 100 g당 함량으로 계산하여 나타내었다. 모든 분석결과는 3회 반복하여 측정된 평균치와 표준편차로 나타내었다.

**플라보노이드 함량**

플라보노이드 함량 분석은 Maria(15)의 방법을 사용하였다. 추출물 0.5 g에 10% aluminum nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 ethanol 4.3 mL를 차례로 가하여 혼합하고 실온에서 40분간 정치한 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였다. Quercetin(Sigma Co.)을 표준물질로 하여 0~100 µg/mL의 농도 범위에서 얻어진 표준 검량선으로부터 추출물의 총 플라보노이드 함량을 산출하여 과실 100 g당 함량으로 계산하여 나타내었다. 모든 분석결과는 3회 반복하여 측정된 평균치와 표준편차로 나타내었다.

**DPPH radical 소거능**

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능의 측정은 Blois(16)의 방법을 사용하였다. 0.4 mM DPPH 0.8 mL에 ethanol 적당량을 가하고, 용액을 10초 동안 강하게 진탕하여 분광광도계의 흡광도 값이 0.95~0.99가 되도록 ethanol 양을 조절하였다. 시료 용액(1~30 ppm)을 제조한 후, 상기에서 조절한 적정량의 ethanol과 DPPH용액 0.8 mL를 가하여 10초 동안 강하게 진탕하고 10분 동안 방치하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 시료 용액 대신에 같은 양의 ethanol을 가하여 진탕하여 방치한 후 곧 흡광도를 측정하였고, 시료의 색을 대조하기 위해서 DPPH용액 대신에 ethanol을 넣어 측정하였다. 모든 분석결과는 3회 반복하여 측정된 평균치와 표준편차로 나타내었다.

$$\text{DPPH radical 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{시료무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

**SOD 유사활성**

SOD 유사활성의 측정은 Marklund와 Marklund(17)의 방법을 사용하였다. 추출물(1~30 ppm)에 pH 8.5로 맞춘 tris-HCL buffer 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 넣고, 25°C에서 10분 동안 방치한 후 1 N-HCl 1 mL로 반응을 정지시키고 산화된 pyrogallol의 흡광도를 420 nm에서 측정하였다. 대조구는 시료액 대신 tris-HCl buffer를 이용하였으며, 측정된 흡광도 값의 변화를 확인하였다. 모든 분석결과는 3회 반복하여 측정된 평균치와 표준편차로 나타내었다.

$$\text{SOD 유사활성(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{시료무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

**환원력**

환원력의 측정은 Oyaizu(18)의 방법을 사용하였다. 시료 추출물(1~30 ppm)과 200 mM sodium phosphate buffer (pH 6.6) 1 mL와 1%(w/v) potassium ferricyanide 1 mL를 교반한 다음 50°C 수욕상에서 20분간 반응시킨 후에 10%(w/v) trichloroacetic acid(TCA) 1 mL를 가하고, 5,000×g

에서 10분간 원심분리한 후, 상정액 0.2 mL에 증류수 4 mL 및 ferric chloride 0.2 mL를 가하여 혼합한 다음 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 모든 분석결과는 3회 반복하여 측정된 평균치와 표준편차로 나타내었다.

**아질산염 소거능**

아질산염 소거능 측정은 Gray와 Dugan(19)의 방법을 사용하였다. 1 mM의 NaNO<sub>2</sub>용액 2 mL에 시료 1~30 ppm을 가하고, 0.1 N-HCl과 0.2 M-citrate buffer로 pH를 1.2로 조정하였다. 반응용액의 부피를 10 mL로 맞추고 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 뒤 1 mL씩 취하여 2% acetic acid 5 mL를 첨가한 다음 griess reagent를 0.4 mL 첨가하여 vortex mixing 후 실온에서 15분간 반응시킨 다음 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 griess reagent 대신에 증류수를 0.4 mL를 가하여 흡광도를 측정하였고, 모든 분석결과는 3회 반복하여 측정된 평균치와 표준편차로 나타내었다.

$$\text{아질산염 소거능(\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{시료무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

**결과 및 고찰**

**유리당, 유기산**

후무사의 유리당 분석결과 fructose, glucose, sucrose 및 maltose가 검출되었으며, fructose와 glucose의 함량은 각각 2.599 g/100 g, 2.593 g/100 g을 나타내어 sucrose와 maltose 함량보다 더욱 높았다(Table 2). Sung 등(9)은 후무사의 유리당 함량은 fructose>glucose>sucrose의 순이라고 보고하였으며, Lee 등(20)의 보고에서도 자두의 유리당 함량은 fructose>glucose>sucrose의 순이라고 보고하였다.

본 연구에 사용된 후무사에서는 oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid, formic acid 및 acetic acid와 같은 유기산이 검출되었다(Table 2). 후무사 과실의 주된 유기산은 malic acid(1.21 g/100 g)로 확인되었으며, Sung 등(9)의 연구에서도 후무사의 유기산 함량의 차이는 보이지만 malic acid, succinic acid의 순으로 나타나 본 실험의 결과와 일치하였다.

**Table 2. Free sugar and organic acid contents in *Prunus salicina Formosa***  
(Unit: g/100 g)

<i>Prunus salicina Formosa</i>		
Free sugar	Fructose	2.60
	Glucose	2.59
	Sucrose	1.85
	Maltose	0.23
Organic acid	Oxalic acid	0.01
	Citric acid	0.05
	Malic acid	1.22
	Succinic acid	0.32
	Formic acid	0.04
	Acetic acid	0.01

Table 3. Total polyphenol and flavonoid contents in *Prunus salicina Formosa* extracted from various extraction solvents at different temperatures (Unit: mg/100 g)

Extraction solvent	Temperature (°C)	Total polyphenol	Flavonoid
DW	25	1.07±0.02	17.98±0.05
	50	0.70±0.02	20.85±0.06
80% ethanol	25	4.36±0.04	22.90±0.02
	50	3.49±0.03	29.65±0.00
60% acetone	25	7.96±0.06	27.89±0.03
	50	8.11±0.03	17.79±0.01
80% methanol	25	5.31±0.00	13.20±0.03
	50	3.99±0.03	12.54±0.02

### 총 페놀 및 플라보노이드 함량

Polyphenol이란 한 분자 내에 2개 이상의 phenolic hydroxyl기를 가진 방향족 화합물들을 가리키며, 산야초류, 과채류 등 농산물의 주요 성분의 하나로 광범위한 스펙트럼의 *in-vitro* 제약 활성을 나타내므로 건강에 대한 잠재적 유용 효과가 널리 인정되고 있다(21). 추출물의 총 페놀 함량을 측정하여 과실 100 g당 총 페놀 함량(mg)으로 환산한 결과는 Table 3과 같다. 후무사의 총 페놀 함량은 60% acetone (50°C) 추출물 30 ppm에서 8.11 mg/100 g으로 가장 높았고, 다음이 60% acetone(25°C) 추출물 30 ppm에서 7.96 mg/100 g, 80% methanol(25°C) 추출물 30 ppm에서 5.31 mg/100 g, 80% ethanol(25°C) 추출물 30 ppm에서 4.36 mg/100 g, 80% methanol(50°C) 추출물 30 ppm에서 3.99 mg/100 g, 80% ethanol(50°C) 추출물 30 ppm에서 3.49 mg/100 g, 물 추출물(25°C) 30 ppm에서 1.07 mg/100 g, 물 추출물(50°C) 30 ppm에서 0.70 g/100 mg의 순이었다. Kim 등(22)은 15종

과일의 ethanol 추출물에서 자두의 총 페놀 함량이 가장 높았으며, 바나나에 비하여 총 페놀 함량이 15배 높다고 보고 하였다.

플라보노이드류는 암세포의 DNA, RNA, protein의 합성을 억제 또는 cAMP의 농도를 증가시킴으로써 종양세포의 분열을 억제하거나 apoptosis를 유도하는 등의 다각적 기전을 통해 항암효과를 발휘하는 것으로 알려져 있다(23). 본 연구에서 용매 및 온도별 추출물의 플라보노이드 함량을 측정하여 과실 100 g당 플라보노이드 함량(mg)으로 환산한 결과는 Table 3과 같다. 플라보노이드 함량은 80% ethanol (50°C) 추출물에서 29.65 mg/100 g으로 가장 높았으며, 60% acetone(25°C) 추출물이 27.89 mg/100 g, 80% ethanol(25°C) 추출물에서 22.90 mg/100 g 순이었다.

### DPPH radical 소거능

DPPH radical 소거능은 농도 30 ppm에서 60% acetone (25°C) 추출물이 83.04%로 가장 높았으며, 추출물들의 농도가 1 ppm에서 30 ppm까지 높아짐에 따라 DPPH radical 소거능이 증가하였다(Table 4).

Kim 등(22)은 과일류 15종의 ethanol 추출물의 DPPH radical 소거능을 확인한 결과, 자두의 활성이 61.6%로 애플 망고나 체리의 활성보다 낮았으나, 수박이나 멜론의 활성보다 10배 이상 높았다고 보고하였다.

### SOD 유사활성

후무사의 SOD 유사활성은 본 연구에서 사용된 모든 농도, 추출 용매 및 온도조건에서 93%~95%를 나타내어, 본 연구에서 사용된 농도, 추출 용매 및 온도에 의해 SOD 유사

Table 4. DPPH radical scavenging ability of *Prunus salicina Formosa* extracted from various extraction solvents at different temperatures (Unit: %)

Extraction solvent	Temperature (°C)	Concentration (ppm)			
		1	5	10	30
DW	25	2.13±0.77	5.73±1.55	9.39±3.97	23.46±2.63
	50	1.97±3.01	3.99±0.48	6.74±0.76	15.29±0.18
80% ethanol	25	4.41±0.76	14.87±0.60	28.57±1.03	61.79±0.00
	50	4.34±0.76	13.71±0.46	23.11±0.51	52.58±0.93
60% acetone	25	10.72±0.13	29.85±0.12	48.16±1.78	83.04±2.15
	50	8.05±2.00	27.72±1.54	48.47±0.35	80.99±2.40
80% methanol	25	7.24±0.76	21.53±0.68	34.03±0.76	69.61±0.18
	50	5.15±0.57	18.62±0.18	29.73±2.06	64.85±0.64

Table 5. SOD-like activity of *Prunus salicina Formosa* extracted from various extraction solvents at different temperatures (Unit: %)

Extraction solvent	Temperature (°C)	Concentration (ppm)			
		1	5	10	30
DW	25	93.50±0.17	94.40±0.20	93.93±0.40	94.07±0.95
	50	93.67±0.47	93.93±0.55	94.60±0.79	93.73±1.07
80% ethanol	25	93.30±0.52	93.17±0.32	92.10±2.51	94.57±0.90
	50	90.70±4.17	92.43±0.68	94.23±0.31	94.63±0.49
60% acetone	25	93.40±0.69	93.27±0.56	93.47±0.31	95.57±1.17
	50	92.77±0.40	93.50±3.64	94.60±2.17	94.20±0.26
80% methanol	25	92.10±0.30	93.37±0.15	93.03±0.76	94.60±0.62
	50	93.57±0.40	92.23±1.51	93.37±0.25	94.87±0.35

Table 6. Reducing power of *Prunus salicina Formosa* extracted from various extraction solvents at different temperatures (Unit: O.D value)

Extraction solvent	Temperature (°C)	Concentration (ppm)			
		1	5	10	30
DW	25	0.003±0.001	0.012±0.003	0.032±0.012	0.127±0.002
	50	0.004±0.003	0.005±0.001	0.016±0.005	0.071±0.014
80% ethanol	25	0.010±0.003	0.034±0.010	0.099±0.007	0.411±0.026
	50	0.011±0.005	0.066±0.001	0.188±0.006	0.718±0.039
60% acetone	25	0.011±0.003	0.089±0.010	0.354±0.016	0.826±0.033
	50	0.013±0.003	0.101±0.007	0.203±0.010	0.652±0.102
80% methanol	25	0.011±0.002	0.066±0.014	0.094±0.007	0.518±0.025
	50	0.040±0.010	0.103±0.034	0.128±0.006	0.588±0.029

Table 7. Nitrite scavenging ability of *Prunus salicina Formosa* extracted from various extraction solvents at different temperatures (Unit: %)

Extraction solvent	Temperature (°C)	Concentration (ppm)			
		1	5	10	30
DW	25	96.47±24.29	84.55±49.84	87.87±1.56	105.4±1.51
	50	84.80±26.85	87.60±53.56	93.00±0.10	98.97±0.35
80% ethanol	25	91.73±24.67	96.60±52.58	93.63±3.57	109.63±1.58
	50	95.37±28.49	95.43±57.97	101.23±1.25	109.57±0.40
60% acetone	25	97.23±29.21	102.6±59.14	102.97±0.96	115.27±0.11
	50	80.80±28.97	98.13±58.23	101.47±0.56	117.63±0.65
80% methanol	25	85.03±27.12	94.53±56.39	99.53±2.45	95.60±1.27
	50	85.67±25.96	87.57±52.19	90.75±0.49	107.13±0.20

활성은 영향을 받지 않음을 알 수 있었다(Table 5). Cha 등 (24)의 복분자딸기의 SOD 유사활성 연구에 따르면, 미숙과 59.15±2.44%, 중간숙과 80.05±0.41%, 완숙과 95.03±0.01%로 복분자딸기의 과실이 성숙할수록 SOD 유사활성이 증가하였다고 보고하였다. 이처럼 복분자딸기 완숙과가 가장 높은 SOD 유사활성을 나타내는 이유는 과실이 성숙되어 감에 따라 검붉은색으로 완숙되면서 안토시아닌계 색소성분이 증가하였기 때문이라고 보고하였다. 본 연구에서 모든 추출물의 비슷한 SOD 유사활성은 추출물내의 안토시아닌 함량이 비슷하기 때문이라고 유추할 수 있다.

환원력

후무사 추출물의 환원력 측정 결과 60% acetone(25°C) 추출물 30 ppm에서 0.826으로 가장 높은 값을 나타내었고, 다음으로 80% ethanol(50°C) 추출물 30 ppm에서 0.718, 60% acetone(50°C) 추출물 30 ppm에서 0.652, 80% methanol(50°C) 추출물 30 ppm에서 0.588, 80% methanol(25°C) 추출물 30 ppm에서 0.518의 순이었다(Table 6). 또한 추출물 농도가 증가함에 따라 환원력도 함께 증가하였고, 용매에 따라 서로 환원력의 차이가 있었다.

Park 등(25)의 연구에서는 복분자딸기의 품종별 환원력을 측정된 결과 정금 3호의 환원력이 0.59로 다른 품종보다 높았으며, 이는 본 연구에서 후무사 80% methanol(50°C) 추출물 30 ppm에서의 환원력과 비슷하였다. 또한 Jeong 등(26)의 연구에서는 블루베리와 라즈베리간의 환원력 차이는 5 mg/mL 이상의 농도에서부터 나타났으며, 특히 농도 20 mg/mL에서는 블루베리와 라즈베리에서 각각 1.98과 1.59의

환원력을 보여주었다.

아질산염 소거능

아질산염 소거능 측정 결과 후무사 60% acetone(50°C) 추출물 30 ppm에서 소거능이 117.63%로 가장 높았으며, 다음으로 60% acetone(25°C) 추출물 30 ppm에서 115.27%, 80% ethanol(25°C) 추출물 30 ppm에서 109.63%, 80% ethanol(50°C) 추출물 30 ppm에서 109.57%, 80% methanol(50°C) 추출물 30 ppm에서 107.13%, 물(25°C) 추출물 30 ppm에서 105.40%, 80% methanol(25°C) 추출물 30 ppm에서 95.60%, 물(50°C) 추출물 30 ppm에서 98.97%의 순으로 아질산염 소거능이 나타났다(Table 7).

Jung 등(27)의 연구에서 추출 용매에 따라 자두의 아질산염 소거능이 다르다고 보고하였다. Son 등(28)의 연구에 의하면 녹차 물 추출물의 아질산염 소거능은 79.68±1.34%, 80% methanol 추출물에서 95.46±0.77%, 우롱차는 물 추출물에서 80.10±0.28%, 80% methanol 추출물에서 99.22±0.67%로 후무사의 아질산염 소거능보다 낮은 활성을 나타내었다.

요 약

본 연구에서는 김천산 후무사의 일반성분, 유리당, 유기산, 총 페놀 화합물, 플라보노이드 등 화학적 성분을 조사하고 DPPH radical 소거능, superoxide dismutase(SOD) 유사활성, 아질산염 소거능, 환원력 등의 항산화 활성을 평가하였다. 유리당 함량은 fructose>glucose>sucrose>maltose

순이었으며, 유기산 함량은 malic acid가 가장 높았다. 총 페놀 함량과 플라보노이드 함량은 각각 60% acetone 추출물, 80% ethanol 추출물에서 높았다. DPPH radical 소거능, 환원력, 아질산염 소거능은 60% acetone 추출물에서 가장 높은 활성을 보여주었으나, SOD 유사활성은 농도나 추출용매, 온도에 따른 차이가 거의 없었다.

### 감사의 글

본 연구는 2009년도 농림수산식품부 향토산업육성사업 지원 하에 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

### 문헌

- Freeman BA, Grapo JD. 1982. Biology of disease; free radicals and tissue injury. *Lab Invest* 47: 412-426.
- Gutteridge JMC, Halliwell B. 1994. *Antioxidants in nutrition, health, and disease*. Oxford University Press, Oxford, UK. p 1-62.
- Jayat C, Ratinaud MH. 1993. Cell cycle analysis by flow cytometry: principles and applications. *Biol Cell* 78: 15-25.
- Ames BN, Saul RL. 1987. Oxidative DNA damage, cancer and aging. Oxygen and human disease. *Ann Inter Med* 107: 536-539.
- Kim JH. 1998. Antioxidative activity and pharmac-constituents of Houttuyniae herb. *MS Thesis*. Sookmyung Woman's University, Seoul, Korea.
- Shin UY. 1998. Studies on biological activities of *Sparganium erectum*. *PhD Dissertation*. Dongduk Woman's University, Seoul, Korea.
- Moritz K. 1954. New observations on the solubility of prussian blue. *Anal Chem Acta* 11: 18-27.
- Kim HJ, Yu MH, Lee SO, Park JH, Park DC, Lee IS. 2004. Effects of plum fruits extracts at different growth stages on quinone reductase induction and growth inhibition on cancer cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1445-1450.
- Sung YJ, Kim YC, Kim MY, Lee JB, Chung SK. 2002. Approximate composition and physicochemical properties of plum (*Prunus salicina*). *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 134-137.
- Kim DO, Jeong SW, Lee CY. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various of plums. *Food Chem* 81: 321-326.
- AOAC International. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Kerem Z, Bravdo B, Shoseyov O, Tugendhaft Y. 2004. Rapid liquid chromatography-ultraviolet determination of organic acids and phenolic compounds in red wine and must. *J Chromatogr A* 1052: 211-215.
- Sturm K, Koron D, Stampar F. 2003. The composition of fruit of different strawberry varieties depending on maturity stage. *Food Chem* 83: 417-422.
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-243.
- Maria INM, Maria II, Antonio RS, Marta AV. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71: 109-114.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 469-474.
- Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reactions: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr* 44: 307-315.
- Gray JL, Dugan LR. 1975. Inhibition of N-nitrosamine formation on model food system. *J Food Sci* 40: 981-984.
- Lee HB, Yang CB, Yu TJ. 1972. Studies on the chemical composition of some vegetables and fruits in Korea (on the free amino acid and sugar contents in tomato, watermelon, muskmelon, peach and plum). *Korean J Food Sci Technol* 4: 36-43.
- Kim HK, Kim YE, Do JR, Lee YC, Lee BY. 1995. Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 27: 80-85.
- Kim JY, Lee CR, Cho KH, Lee JH, Lee KT. 2009. Antioxidative and Lp-PLA<sub>2</sub> inhibitory activities in 29 fruits and vegetables. *Korean J Food Preserv* 16: 512-517.
- Lee SG, Yu MH, Lee SP, Lee IS. 2008. Antioxidant activities and induction of apoptosis by methanol extracts from avocado. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 269-275.
- Cha HS, Youn AR, Park PJ, Choi HR, Kim BS. 2007. Comparison of physiological activities of *Rubus coreanus* Miquel during maturation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 683-688.
- Park YK, Choi SH, Kim SH, Jang YS, Han JG, Chung HG. 2008. Functional composition and antioxidant activity from the fruits of *Rubus coreanus* according to cultivars. *J Korean Wood Sci Technol* 36: 102-109.
- 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.
- Jung GT, Ju IO, Chio DG, Jeong JS, Ryu J, Ko BR, Choi JS, Choi YG. 2005. Chemical characteristics and physiological activities of plums (Oishiwase and Formosa). *Korean J Food Sci Technol* 37: 816-821.
- Son GM, Bae SM, Chung JY, Shin DJ, Sung TS. 2005. Antioxidative effect on the green tea and pure tea extracts. *Korean J Food & Nutr* 18: 219-224.

(2011년 2월 10일 접수; 2011년 3월 11일 채택)