

## 몇 가지 장미꽃 품종의 기능 성분과 항산화 활성

— 연구노트 —

최선영<sup>1</sup> · 김민영<sup>1</sup> · 이윤정<sup>1</sup> · 최은경<sup>2</sup> · 김윤배<sup>2</sup> · 이준수<sup>1</sup> · 정헌상<sup>1</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 식품생명공학과

<sup>2</sup>충북대학교 수의과대학

## Antioxidant Activities and Functional Components of Some Rose Flower Cultivars

Sun Young Choi<sup>1</sup>, Min Young Kim<sup>1</sup>, Yoon Jeong Lee<sup>1</sup>, Ehn-Kyoung Choi<sup>2</sup>,  
Yun-Bae Kim<sup>2</sup>, Junsoo Lee<sup>1</sup>, and Heon Sang Jeong<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Biotechnology and

<sup>2</sup>College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University

**ABSTRACT** This study examined the functional components and antioxidant activities of four different rose flower (Colorado, Onnuri, *platyphylla* Thory, and Icewing cultivars) extracts to promote the value of edible flowers as new agricultural products. *platyphylla* Thory showed the highest total polyphenol and flavonoid contents 93.59 mg gallic acid equivalent (GAE)/g and 9.12 mg catechin equivalent (CE)/g, respectively and Icewing showed the lowest 62.76 mg GAE/g and 2.72 mg CE/g, respectively. The 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical scavenging activities were high in Colorado at 0.45 and 0.52 mg ascorbic acid equivalent/mg, respectively. The phenolic acid compounds showed the highest value of 3.13 mg/g in *platyphylla* Thory. The anthocyanin content was as high as 8.58 mg/L in the *platyphylla* Thory but was not detected in Icewing. The proanthocyanidins contents in Colorado and *platyphylla* Thory cultivars were 1.82 and 2.50 mg CE/g, respectively but they were not detected in Onnuri and Icewing. These results suggest that the antioxidant activity and anthocyanin content of *platyphylla* Thory are high and they can be applied as a food material.

**Key words:** *Rosa hybrida*, antioxidant activity, polyphenol, phenolic acid, anthocyanin

## 서 론

장미는 관상용의 기능을 주로 하지만 최근 천연소재에 대한 관심이 높아지면서 친환경 소재, 기능성 식품 등 소비의 일환으로 관심이 증가하고 있다. 장미는 분류학적으로 장미과(Rosaceae), 장미속(*Rosa*)에 속하는 다년생 목본식물이며, 200여 종 이상의 생물학적 종들로 이루어져 있다. 장미는 민간요법에서 심부전증, 관상동맥질환, 고혈압 등에 대해 강한 항균작용과 지방의 축적으로 인한 홍복창만, 식욕부진 등에 효과가 있는 것으로 보고되고 있어 장미 꽃잎은 차, 케이크 및 향료 추출물뿐만 아니라 다양한 질병의 의약 치료법에서 수년 동안 섭취되어 왔다(Li 등, 2014).

식물 자원에는 다양한 종류의 페놀 화합물이 포함되어 있고 이러한 물질은 잎, 꽃, 줄기, 등의 모든 부분에 분포하고 있다. 그중에는 산화방지 활성을 나타내 항산화제로서의 기능을 나타내는 페놀 화합물이 존재한다(Kim 등, 2017). 장미 꽃잎은 cratgolic acid, malic acid, vitamin C, B<sub>2</sub>, flavonoids 및 lactons를 포함하는 것으로 알려져 있으며, 장미의 항산화 활성이 다른 식물에 비해 높다고 연구된 바 있다(Pellegrini 등, 2003; Ercisli, 2007). 특히 적색장미는 BHA(butylated hydroxyanisole)보다 10배나 더 높은 항산화성이 있음이 보고되었다(Tateyama 등, 1997).

안토시아닌 색소는 식물의 열매, 꽃, 잎, 줄기 등에 함유된 페놀화합물의 일종으로 수용성 색소이기 때문에 식품으로의 응용이 비교적 용이하고, 인체에 무해한 천연 색소나 기능성 식품소재로의 이용 가능성도 높다(Cho 등, 2003). 식물체에서 적색, 자색 및 청색을 나타내는 안토시아닌은 수용성 flavonoid계 색소로 자연계에 다양한 종류와 많은 양이 존재하며, 합성색소를 대체할 수 있는 잠재력이 가장 높은 천연색소이다(Chung 등, 2004). 장미의 주요 안토시아닌 색소는 cyanidin 3,5-diglucoside, pelargonidin 3,5-diglucoside, paeonidin 3,5-diglucoside이며, 이 중에서 cyani-

Received 11 February 2019; Accepted 20 February 2019

Corresponding author: Heon Sang Jeong, Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, Cheongju, Chungbuk 28644, Korea

E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr, Phone: +82-43-261-2570

Author information: Sun Young Choi (Graduate student), Min Young Kim (Researcher), Yoon Jeong Lee (Researcher), Ehn-Kyoung Choi (Researcher), Yun-Bae Kim (Professor), Junsoo Lee (Professor), Heon Sang Jeong (Professor)

din 3,5-diglucoside가 전체 안토시아닌 색소 중에 85%를 차지한다(Cho 등, 2015). 이 천연 색소는 항우울, 항암, 항당뇨, 항염증, 항산화 등 매력적인 색과 유익한 건강 효과로 인해 식품 산업에 큰 관심을 가지고 있다(Castañeda-Ovando 등, 2009).

장미의 기능 성분 분석에 관한 연구는 주로 장미 색소에 관한 연구가 대부분이었으며, 다양한 항산화 활성을 나타낸다고 알려진 페놀산의 구성 성분 분석에 관한 연구는 과일 및 채소와 같은 다른 원에 제품과 비교할 때 상대적으로 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 한국에서 재배되는 식용장미를 이용한 새로운 식품 소재 개발의 가능성을 평가하기 위하여 몇 가지 장미에 대한 기능 성분 및 항산화 활성을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에 사용된 장미꽃은 콜로라도, 온누리, 덩굴장미 및 아이스윙 품종이었으며, 콜로라도(*Rosa hybrida* cv. Colorado) 및 온누리(*Rosa hybrida* cv. Onnuri)는 진천 로스랑스에서, 덩굴장미(*Rosa multiflora* var. *platyphylla* Thory)는 진안 야곡농산에서, 아이스윙(*Rosa hybrida* cv. Icewing)은 천안 누리농산에서 분양받아 사용하였다.

### 추출물 제조

본 실험에 사용한 장미꽃 추출물은 다음과 같은 방법으로 제조하였다. 건조된 장미꽃을 분쇄기(SMFP-30000 M20, Hanil, Gwangju, Korea)로 40 mesh로 분쇄한 후 시료 4 g에 10배의 80% 메탄올을 첨가하여 초음파 추출장치(frequency 40 Hz, power 300 W, SD-350H; SeongDong, Seoul, Korea)를 이용하여 28°C에서 1시간 동안 추출하였다. 각각의 추출물은 여과지(Whatman No. 4, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)로 여과하고 남은 잔사에 다시 용매를 가하여 위와 동일한 방법으로 3반복하여 추출하였다. 이 추출물을 회전진공농축기(EYELAN-1000; Eyela, Tokyo, Japan)를 이용하여 40°C에서 용매를 제거한 후 동결건조(Freeze Dryer, FD5508, Ilshin Lab Co., Ltd., Dongducheon, Korea) 한 다음 -80°C에서 보관하면서 측정용 시료로 사용하였다.

### 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 측정

장미 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Dewanto 등(2002)의 방법을 수정하여 측정하였다. 1 mg/mL 농도로 조절된 추출물 50 µL에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 1 mL를 가한 후 3분 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent 50 µL를 가하였다. 실온에서 30분 방치 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였다. 표준물질로 gallic acid(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였으며, 총 폴리페놀 함량은 시료 1 g

중의 mg gallic acid로 나타내었다. 장미 추출물의 총 플라보노이드 함량은 Choi 등(2003)의 방법을 수정하여 측정하였다. 5 mg/mL 농도로 조절된 추출물 125 µL에 500 µL의 증류수와 37.5 µL의 5% NaNO<sub>2</sub>를 가한 후 5분 방치한 다음 10% AlCl<sub>3</sub> 75 µL를 첨가하였다. 6분 후 1 M NaOH 250 µL를 첨가하고 혼합하였다. 11분 후 흡광도를 분광광도계(Uvikon 933, Kontron Instruments, Neufahrn, Germany)로 510 nm에서 측정하였다. 표준물질로 (+)-catechin(Sigma-Aldrich Co.)을 사용하였으며, 총 플라보노이드 함량은 시료 1 g 중의 mg catechin으로 나타내었다.

### ABTS 및 DPPH에 의한 전자공여능 측정

장미 추출물의 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 라디칼 제거 활성은 Choi 등(2006)의 방법에 따라 측정하였다. ABTS 라디칼 양이온은 2.45 mM 칼륨과 황산염 용액에 7 mM(ABTS, Sigma-Aldrich Co.)을 첨가하여 혼합물을 실온조건의 어두운 곳에서 12~16시간 동안 잘 교반시킨 후 ABTS 라디칼 양이온 용액을 증류수로 희석하여 735 nm에서 1.4~1.5의 흡광도를 얻었다. 희석된 ABTS 라디칼 양이온 용액 1 mL를 0.5 mg/mL 농도로 조절된 추출물 또는 증류수(blank) 50 µL에 첨가하였다. 1시간 후에 분광광도계를 사용하여 735 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거 활성의 전자공여능은 시료첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 시료 1 g 중의 mg ascorbic acid로 표현하였다. 장미 추출물의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거능은 Hwang 등(2006)의 방법에 따라 측정하였다. 0.1 mg/mL 농도로 조절된 추출물 또는 증류수(blank) 0.2 mL에 0.2 mM(DPPH, Sigma-Aldrich Co.) 용액 0.8 mL를 가하여 실온에서 30분 방치한 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거 활성의 전자공여능은 시료첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 시료 1 g 중의 mg ascorbic acid로 표현하였다.

### 페놀산 함량 측정

페놀산 함량은 Seo 등(2011)과 Jung 등(2012)의 방법을 변형하여 분석하였다. 추출물은 시료 중량 대비 10배량의 80% 메탄올을 가한 후 1시간 동안 3회 초음파 추출하였으며, 추출물은 여과지로 여과하여 감압농축 하고, 증류수로 녹인 후 diethyl ether : ethyl acetate(1:1) 혼합액을 이용하여 페놀산을 분리 용출하였다. 분리 용출하여 얻어진 페놀산은 HPLC용 메탄올에 용해한 뒤 0.45 µm syringe filter(Millipore, Billerica, MA, USA)로 여과하여 HPLC(ACME 9000 System, Younglin, Anyang, Korea)로 분석하였다. 이동상은 0.1% acetic acid가 포함된 아세트니트릴(A)과 0.1% acetic acid가 포함된 증류수(B)를 gradient 조건으로 흘려주었고, gradient 조건은 A:B를 초기 8:92(% v/v)에서 2분에 10:90, 27분에 30:70, 50분에 90:10, 51분에 100:0, 60분에 100:0, 70분에 8:92로 설정하였으며, 유속은 1 mL/

min으로 하였고 주입량은 20  $\mu$ L로 설정하였다. 검출기는 UV 280 nm에서 검출하였으며, 컬럼은 ODS column(Mightysil RP-18 GP 5  $\mu$ m, 4.6 $\times$ 250 mm, Kanto Chemical, Tokyo, Japan)을 사용하였다. 표준물질로는 gallic acid, (+)-catechin, caffeic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, naringin, hesperidin, quercetin 및 naringenin 등을 Sigma-Aldrich Co.에서 구입하여 사용하였다.

### 색소 추출 및 색도 측정

장미꽃에 함유된 안토시아닌 색소를 추출하기 위해 hydrogen chloride(HCl)를 80% 메탄올에 0.3%의 농도로 첨가하여 추출용매로 사용하였다. 추출물은 시료 중량 대비 30배량의 추출용매를 첨가하여 초음파 추출장치를 이용해 28°C에서 1시간 동안 추출하였다. 각각의 추출물은 여과지(Whatman No. 4)로 여과하고 남은 잔사에 다시 용매를 가하여 위와 동일한 방법으로 3반복하여 추출한 다음 100 mL로 정용 후 냉동실(-80°C)에서 보관하면서 실험에 사용하였다. 제조된 추출물의 색도는 색차계(CR-300, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 그 값을 Hunter's color value인 명도(L\*, lightness), 적색도(a\*, redness, + or greenness, -), 황색도(b\*, yellowness, + or blueness, -)를 통해 나타내었다. 이때 표준 백색(L: 97.51, a: -0.18, b: 1.67)을 사용하였다.

### 안토시아닌 및 프로안토시아닌 함량 측정

안토시아닌 추출조건에 따라 제조된 추출물을 이용하여 총 안토시아닌 및 프로안토시아닌 함량을 측정하였다. 총 안토시아닌 함량은 pH differential method(Lee 등, 2015)를 변형하여 20 mg/mL 농도로 조절된 추출물 0.5 mL에 0.025 M potassium chloride buffer(pH 1.0)와 0.4 M sodium acetate buffer(pH 4.5)를 각각 0.5 mL 첨가하여 반응시키고, 510 nm와 700 nm에서 각각 흡광도를 측정하여 흡광도(A)를 구한 다음 아래 식에 의하여 총 안토시아닌 함량을 측정하였다.

$$\text{Total anthocyanin content (mg/L)} = \frac{A \times \text{MW} \times \text{DF} \times 10^3}{\text{MA}}$$

A: absorbance =  $(A_{510} - A_{700})_{\text{pH } 1.0} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH } 4.5}$

MW (molecular weight of cyanidin-3-glucoside) =

449.2 g/mol

DF: dilution factor

MA (molar extinction coefficient of cyanidin-3-glucoside) = 26,900

프로안토시아닌 함량은 vanillin-sulfuric acid법을 변형하여 측정하였다(Takahama 등, 2010). 50 mg/mL 농도로 조절된 추출물 0.2 mL에 1.2 % vanillin 용액 0.5 mL와 20% 황산 0.5 mL를 첨가하여 20분간 방치 후 ELISA reader(UV-1650PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 500 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 (+)-catechin(Sigma-Aldrich Co.)을 사용하였으며, 프로안토시아닌 함량은 시료 1 g 중의 mg catechin으로 나타내었다.

### 통계분석

모든 분석은 3회 반복 측정하였으며, mean $\pm$ SD로 표현하였다. 통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 처리군의 평균과 표준편차를 산출하고 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다. 또한 요인들 간의 상관관계는 Pearson's correlation analysis를 통하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

품종별 장미의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 Table 1에서 보는 바와 같이 덩굴장미의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량이 각각 93.59 mg GAE/g 및 9.12 mg CE/g으로 가장 높은 값을 나타내었다. 폴리페놀에서는 콜로라도의 함량이 87.17 mg GAE/g으로 81.81 mg GAE/g인 온누리보다

**Table 1.** Extraction yields, total polyphenol, flavonoid contents, ABTS and DPPH radical scavenging activity of four different rose cultivars

Sample	Color	Extraction yields (%)	Polyphenol (mg GAE/g) <sup>1)</sup>	Flavonoid (mg CE/g) <sup>2)</sup>	ABTS radical scavenging (mg AAE/mg) <sup>3)</sup>	DPPH radical scavenging (mg AAE/mg) <sup>3)</sup>
Colorado	Pink	26	87.17 $\pm$ 1.89 <sup>b4)5)</sup>	4.52 $\pm$ 0.03 <sup>c</sup>	0.45 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	0.52 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>
Onnuri	Pink	37.69	81.81 $\pm$ 1.67 <sup>c</sup>	5.48 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	0.39 $\pm$ 0.01 <sup>c</sup>	0.42 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>
platyphylla Thory	Red	27.77	93.59 $\pm$ 2.76 <sup>a</sup>	9.12 $\pm$ 0.08 <sup>a</sup>	0.43 $\pm$ 0.00 <sup>b</sup>	0.48 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>
Icewing	White	24.17	62.76 $\pm$ 2.34 <sup>d</sup>	2.72 $\pm$ 0.00 <sup>d</sup>	0.27 $\pm$ 0.00 <sup>d</sup>	0.29 $\pm$ 0.02 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>mg gallic acid equivalent (GAE) per dry rose weight g.

<sup>2)</sup>mg catechin equivalent (CE) per dry rose weight g.

<sup>3)</sup>mg ascorbic acid equivalent (AAE) per dry rose weight mg.

<sup>4)</sup>Values are mean $\pm$ SD (n=3).

<sup>5)</sup>Different letters (a-d) in the same items indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ( $P < 0.05$ ) with different cultivars.

**Table 2.** Phenolic acid contents of four different rose cultivars

Sample	Contents of phenolic compound (mg/g) <sup>1)</sup>					
	Gallic acid	(+)-Catechin	<i>p</i> -Coumaric acid	Hesperidin	Quercetin	Total
Colorado	1.86±0.06 <sup>a2)3)</sup>	0.30±0.01 <sup>b</sup>	0.15±0.03 <sup>c</sup>	0.58±0.04 <sup>ab</sup>	0.15±0.01 <sup>d</sup>	3.08±0.03 <sup>a</sup>
Onnuri	0.60±0.03 <sup>d</sup>	1.53±0.17 <sup>a</sup>	0.17±0.03 <sup>c</sup>	0.44±0.02 <sup>c</sup>	0.20±0.01 <sup>b</sup>	2.95±0.21 <sup>a</sup>
<i>platyphylla</i> Thory	1.70±0.09 <sup>b</sup>	0.16±0.05 <sup>c</sup>	0.78±0.02 <sup>a</sup>	0.55±0.00 <sup>bc</sup>	0.24±0.01 <sup>a</sup>	3.13±0.17 <sup>a</sup>
Icewing	0.95±0.06 <sup>c</sup>	0.30±0.03 <sup>b</sup>	0.25±0.02 <sup>b</sup>	0.63±0.05 <sup>a</sup>	0.19±0.01 <sup>c</sup>	2.34±0.22 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>mg phenolic acid per dry rose weight g.

<sup>2)</sup>Values are mean±SD (n=3).

<sup>3)</sup>Different letters (a-d) in the same items indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ( $P<0.05$ ) with different cultivars.

높은 함량을 나타내었지만, 플라보노이드는 온누리가 5.48 mg CE/g으로 4.52 mg CE/g인 콜로라도보다 높은 함량을 나타내었다. 아이스윙은 각각 62.76 mg GAE/g 및 2.72 mg CE/g으로 폴리페놀과 플라보노이드에서 모두 가장 낮은 값을 나타내었다. 덩굴장미의 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 다른 품종의 장미보다 높은 함량을 나타내었다. 이러한 결과에 대해 Yoon과 Kim(2007)은 적색 장미의 폴리페놀 함량은 적색 안토시아닌 색소의 영향으로 인해 분홍색, 황색 및 흰색 장미보다 높다고 보고한 바 있으며, 또한 Mlcek와 Rop(2011)의 연구에 따르면 대부분의 장미에서 총 안토시아닌 농도가 높을수록 총 플라보노이드 농도가 높으며 이는 강력한 항산화의 결정 요인 중 하나라고 보고하였다. 이러한 결과는 적색 장미 재배 품종인 덩굴장미의 폴리페놀 함량이 분홍색 장미 재배 품종인 콜로라도, 온누리와 흰색 장미 재배 품종인 아이스윙보다 높은 함량을 나타낸 본 실험 결과와 유사하였다.

#### ABTS 및 DPPH에 의한 전자공여능

품종별 장미의 전자공여능을 측정한 결과는 Table 1과 같다. ABTS 라디칼 소거능 활성은 콜로라도가 0.45 mg AAE/mg으로 가장 높은 활성을 나타내었으며, 그다음으로 덩굴장미, 온누리, 아이스윙이 각각 0.43, 0.39 및 0.27 mg AAE/mg으로 감소하는 경향을 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능 또한 콜로라도가 0.52 mg AAE/mg으로 가장 높았으며, 아이스윙이 0.29 mg AAE/mg으로 가장 낮은 활성을 보여 ABTS와 DPPH 라디칼 소거능이 유사한 경향을 나타내었다. Zeng 등(2008)은 빨간 장미 품종의 꽃잎은 다른 색보다 더 높은 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성을 가진다고 보고한 바 있으며, Vinokur 등(2006) 또한 붉은 색과 흰색의 장미 품종의 꽃잎이 꽃잎 색과 안토시아닌 함량 간에 강한 상관관계뿐만 아니라 항산화 활성 간에도 강한 상관관계를 가짐을 보고하였다. 이는 본 연구의 콜로라도, 온누리, 덩굴장미 품종이 아이스윙보다 높은 라디칼 소거능을 보인 결과와 일치하였다.

#### 페놀산 함량

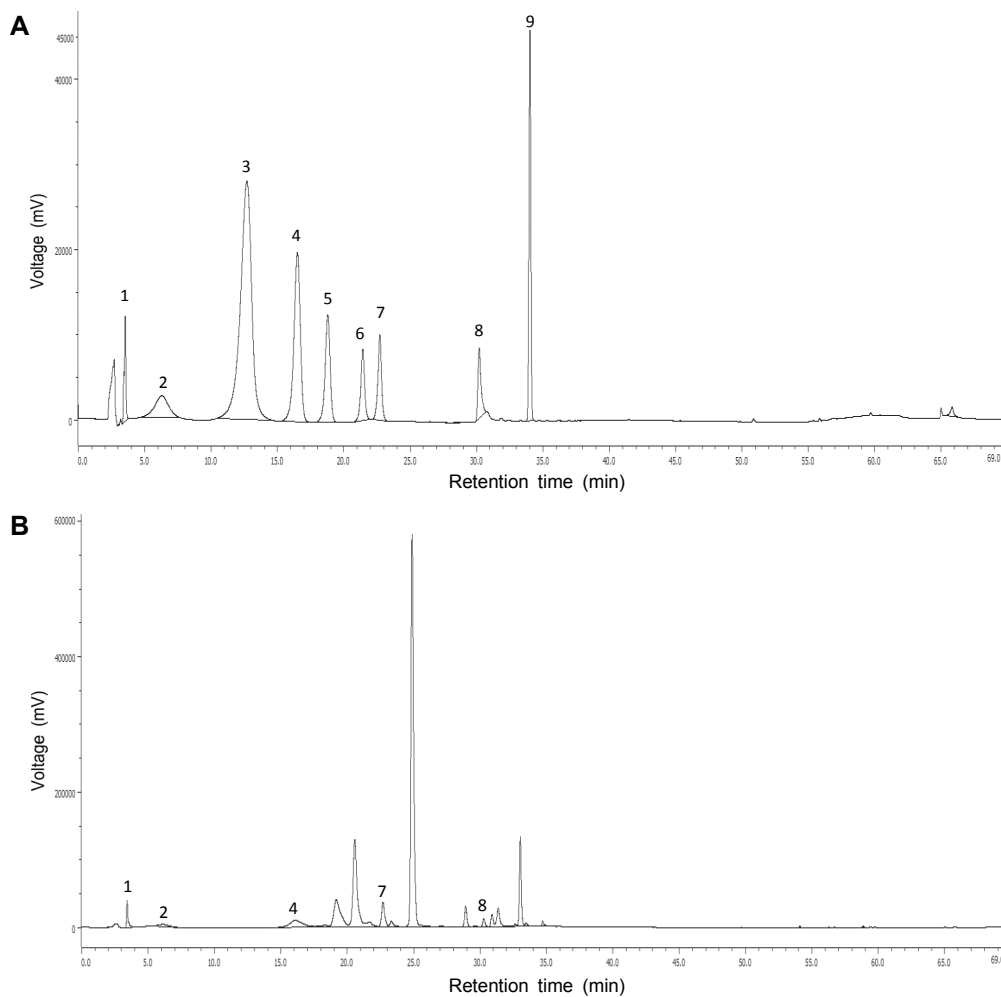
페놀산은 식물계에 널리 분포된 물질로 다양한 구조와 분자량을 가지며 페놀산의 hydroxyl기가 단백질과 같은 거대

분자와의 결합을 통해 항산화, 항암, 항당뇨 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다(Rice-Evans 등, 1997). 품종별 장미의 페놀산에 대해 정량 분석한 결과는 Table 2와 같다. 총 9종의 표준물질 중 caffeic acid, ferulic acid, naringin, naringenin을 제외한 5종의 페놀산이 검출되었다(Fig. 1). 네 가지 품종 중 콜로라도의 gallic acid 함량이 1.86 mg/g으로 가장 높게 측정되었으며, (+)-catechin의 함량은 온누리가 1.53 mg/g으로 높게 나타났다. *p*-Coumaric acid와 quercetin 함량은 덩굴장미가 각각 0.78 mg/g 및 0.24 mg/g으로 높게 나타났으며, hesperidin 함량은 아이스윙이 0.63 mg/g으로 가장 높게 나타났다. 장미 잎 추출물의 플라보노이드의 함량을 비교한 연구에 따르면 caffeic acid, chlorogenic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, gallic acids, (+)-catechin의 함량이 높은 잎 추출물이 그렇지 않은 추출물에 비해 플라보노이드 함량이 높다고 보고하였다(Baydar와 Baydar, 2013). 이상의 결과와 Table 1의 플라보노이드 함량을 비교하였을 때 gallic acid, (+)-catechin 및 *p*-coumaric acid의 총 함량이 높은 순서대로 플라보노이드의 함량 또한 높게 측정되었다. 총 페놀산 함량을 비교하면 덩굴장미, 콜로라도, 온누리, 아이스윙 순으로 함량이 높았으며, Table 1의 폴리페놀 함량과 비교했을 때 일치하는 경향을 나타내었다.

#### 색도, 안토시아닌 및 프로안토시아닌 함량

품종별 장미의 색도, 안토시아닌 및 프로안토시아닌 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 추출물 색도의 L값은 아이스윙이 35.67로 가장 높은 값을 보였으며 콜로라도, 온누리, 덩굴장미 순으로 감소하였다. a값은 빨간 장미인 덩굴장미가 19.69로 가장 높은 값을 나타내었으며, 온누리, 콜로라도가 18.48, 4.78의 값을 나타내었고 아이스윙이 0.93로 가장 낮은 값을 나타내었다. b값은 아이스윙이 15.34로 가장 높았으며 콜로라도, 온누리, 덩굴장미 순으로 낮은 값을 나타내었다. 장미의 색이 붉은빛을 나타낼수록 a값이 높게 측정된 것을 확인할 수 있었으며, 반대로 장미의 색이 점점 옅어짐에 따라 b값이 높게 측정되어 색의 a값과 b값의 결과값이 상반되는 것을 확인할 수 있었다.

장미 추출물의 안토시아닌 함량은 덩굴장미가 8.58 mg anthocyanin/L로 가장 높게 측정되었다. 온누리, 콜로라도



**Fig. 1.** The chromatograms of phenolic acids on standard mixture and four different rose cultivars. (A) Standard mixture, (B) *Icewing*. 1: gallic acid, 2: (+)-catechin, 3: caffeic acid, 4: n-coumaric acid, 5: ferulic acid, 6: naringin, 7: hesperidin, 8: quercetin, 9: naringenin.

는 각각 4.70 및 0.17 mg anthocyanin/L 값을 나타내었고 아이스윙에서는 안토시아닌이 검출되지 않았다. 안토시아닌 함량이 색도의 결과와 유의적으로 같은 경향을 나타내었다. 튜립의 총 안토시아닌 함량을 측정한 연구에서(Friedman 등, 2010) 안토시아닌은 노란색 튜립에서 전혀 검출되지 않았고 어두운 붉은색 꽃잎에서 가장 높은 안토시아닌 함량을 나타낸 것과 유사하게 본 실험에서는 장미의 안토시

아닌 함량이 색 농도에 따라 붉은 장미 품종에서 더 높게 나타났다. 프로안토시아닌 함량은 덩굴장미가 2.50 mg CE/g으로 가장 높은 값을 보였으며 콜로라도는 1.82 mg CE/g의 함량을 나타내었다. 온누리과 아이스윙에서는 프로안토시아닌이 검출되지 않았다. 총 폴리페놀 함량과 비교한 결과 품종별 프로안토시아닌 함량은 총 폴리페놀 함량과 유사한 경향을 나타내었다.

**Table 3.** Hunter's color value and anthocyanin of four different rose cultivars

Sample	L (lightness)	a (redness)	b (yellowness)	Anthocyanin (mg anthocyanin/L) <sup>1)</sup>	Proanthocyanidin (mg CE/g) <sup>2)</sup>
Colorado	32.39±0.20 <sup>b3)4)</sup>	4.78±0.01 <sup>c</sup>	14.84±0.06 <sup>b</sup>	0.17±0.01 <sup>c</sup>	1.82±0.46 <sup>b</sup>
Onnuri	32.33±0.05 <sup>b</sup>	18.48±0.10 <sup>b</sup>	12.28±0.05 <sup>c</sup>	4.70±0.07 <sup>b</sup>	ND
<i>platyphylla</i> Thory	27.27±0.16 <sup>c</sup>	19.69±0.57 <sup>a</sup>	11.21±0.26 <sup>d</sup>	8.58±0.10 <sup>a</sup>	2.50±0.45 <sup>a</sup>
Icewing	35.67±0.04 <sup>a</sup>	0.93±0.00 <sup>d</sup>	15.34±0.08 <sup>a</sup>	ND	ND

<sup>1)</sup>mg anthocyanin per rose extract L.

<sup>2)</sup>mg catechin equivalent (CE) per dry rose weight g.

<sup>3)</sup>Values are mean±SD (n=3).

<sup>4)</sup>Different letters (a-d) in the same items indicate a significant difference by Duncan's multiple range test ( $P<0.05$ ) with different cultivars.

**Table 4.** Correlation coefficients among antioxidant activities and functional components with different rose cultivars

Factors	Polyphenol	Flavonoid	ABTS radical scavenging	DPPH radical scavenging	Phenolic compound	Anthocyanin	Proanthocyanidin
Polyphenol	1	0.832**	0.942**	0.887**	0.880**	0.656*	0.798**
Flavonoid		1	0.642*	0.588*	0.696*	0.944**	0.786**
ABTS radical scavenging			1	0.967**	0.877**	0.430	0.689*
DPPH radical scavenging				1	0.868**	0.338	0.744**
Phenolic compound					1	0.546	0.634*
Anthocyanin						1	0.554
Proanthocyanidin							1

\* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ .

### 항산화 활성과 유용 성분 간의 상관관계

장미 품종별 폴리페놀, 플라보노이드, ABTS 라디칼 소거능, DPPH 라디칼 소거능, 페놀산 함량, 안토시아닌 및 프로안토시아닌 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 4와 같다. 폴리페놀은 플라보노이드( $r=0.832$ ), ABTS 라디칼 소거능( $r=0.942$ ), DPPH 라디칼 소거능( $r=0.887$ ), 페놀산 함량( $r=0.880$ )과 높은 양의 상관관계를 나타내었으며, 플라보노이드는 안토시아닌( $r=0.944$ )과 높은 양의 상관관계를 나타내었다. 이는 대부분의 장미에서 총 안토시아닌 농도가 높을수록 총 플라보노이드 농도가 높으며, 이는 강력한 항산화제의 결정 요인 중 하나라고 보고한 이전 연구와 일치하였다(Mlcek와 Rop, 2011). 또한 장미 품종의 꽃잎 색에 따라 항산화 활성 간에 강한 상관관계를 가짐을 보고한 연구 결과와 일치하였다(Vinokur 등, 2006). ABTS 라디칼 소거능은 DPPH 라디칼 소거능( $r=0.967$ ), 페놀산 함량( $r=0.877$ )과 양의 상관관계를 나타냈으며, DPPH 라디칼 소거능 또한 페놀산 함량( $r=0.868$ )과 양의 상관관계를 나타내었다. 본 실험에서 높은 프로안토시아닌 함량을 보여주었던 덩굴장미, 온누리가 폴리페놀 실험에서도 덩굴장미, 콜로라도, 온누리, 아이스윙 순으로 높은 항산화 활성을 나타내었다.

### 요 약

본 연구는 몇 가지 식용 장미꽃 품종에 대한 새로운 식품소재 개발의 가능성을 살펴보기 위하여 기능 성분 및 항산화 활성을 평가하였다. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 덩굴장미가 각각 93.59 mg GAE/g 및 9.12 mg CE/g으로 높았으며, 아이스윙이 각각 62.76 mg GAE/g 및 2.72 mg CE/g으로 낮았다. ABTS와 DPPH 라디칼 소거능은 콜로라도 품종에서 각각 0.45 및 0.52 mg AAE/mg으로 높았다. 페놀산 화합물은 덩굴장미가 3.13 mg/g으로 가장 높았으며 콜로라도, 온누리, 아이스윙 순으로 낮아져 항산화 활성과 유사한 경향이였다. 색도 중 a값은 0.93~19.69 범위였으며, 덩굴장미가 가장 높은 값을 나타내었다. 안토시아닌 함량은 덩굴장미가 8.58 mg/L로 높았다. 프로안토시아닌 함량은 콜로라도와 덩굴장미가 각각 1.82 및 2.50 mg CE/g의 값을 나타내었고 온누리와 아이스윙은 검출되지 않았다. 이상의 결과로부터 덩굴장미의 항산화 활성과 안토시아닌 함량이

높게 측정되어 관상적으로 그리고 식품소재로서의 적용이 가능하리라 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2017년도 산학연협력 기술개발사업-연구마을지원사업(No. C0504266)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

### REFERENCES

- Baydar NG, Baydar H. Phenolic compounds, antiradical activity and antioxidant capacity of oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) extracts. *Ind Crops Prod.* 2013. 41:375-380.
- Castañeda-Ovando A, de Lourdes Pacheco-Hernández M, Páez-Hernández ME, Rodríguez JA, Galán-Vidal CA. Chemical studies of anthocyanins. A review. *Food Chem.* 2009. 113: 859-871.
- Cho EK, Son JY, Kang KO. Antioxidant activities of rose, camellia and cockscomb flower extracts. *FoodService Industry Journal.* 2015. 11(1):21-33.
- Cho SB, Kim HJ, Yoon JI, Chun HS. Kinetic study on the color deterioration of crude anthocyanin extract from Schizandra fruit (*Schizandra chinensis fructus*). *Korean J Food Sci Technol.* 2003. 35:23-27.
- Choi Y, Kim M, Shin JJ, Park JM, Lee J. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2003. 32:723-727.
- Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. *Food Chem.* 2006. 99:381-387.
- Chung KW, Joo YH, Lee DJ. Content and color difference of anthocyanin by different storage periods in seed coats of black soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. *Korean J Intl Agric.* 2004. 16:196-199.
- Dewanto V, Wu X, Liu RH. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem.* 2002. 50:4959-4964.
- Ercisli S. Chemical composition of fruits in some rose (*Rosa* spp.) species. *Food Chem.* 2007. 104:1379-1384.
- Friedman H, Agami O, Vinokur Y, Droby S, Cohen L, Refaeli G, et al. Characterization of yield, sensitivity to *Botrytis cinerea* and antioxidant content of several rose species suitable for edible flowers. *Sci Hortic.* 2010. 123:395-401.
- Hwang IG, Woo K, Kim TM, Kim DJ, Yang MH, Jeong HS. Change of physicochemical characteristics of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) juice with heat treatment conditions.

- Korean J Food Sci Technol. 2006. 38:342-347.
- Jung KH, Hong HD, Cho CW, Lee MY, Choi UK, Kim YC. Phenolic acid composition and antioxidative activity of red ginseng prepared by high temperature and high pressure process. Korean J Food Nutr. 2012. 25:827-832.
- Kim S, Ko SH, Yoon H. Effects of aging on the phenolics content and antioxidant activities of rose flower (*Rosa hybrida* L.) extracts. Korean J Food Sci Technol. 2017. 49:714-716.
- Lee J, Durst RW, Wrolstad RE. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. J AOAC Int. 2005. 88:1269-1278.
- Li L, Ham H, Sung J, Kim Y, Jeong HS, Lee J. Antioxidant activities of methanolic extracts from four different rose cultivars. J Food Nutr Res. 2014. 2:69-73.
- Mlcek J, Rop O. Fresh edible flowers of ornamental plants – A new source of nutraceutical foods. Trends Food Sci Technol. 2011. 22:561-569.
- Pellegrini N, Serafini M, Colombi B, Del Rio D, Salvatore S, Bianchi M, et al. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. J Nutr. 2003. 133:2812-2819.
- Rice-Evans C, Miller N, Paganga G. Antioxidant properties of phenolic compounds. Trends Plant Sci. 1997. 2:152-159.
- Seo MC, Ko JY, Song SB, Lee JS, Kang JR, Kwak DY, et al. Antioxidant compounds and activities of foxtail millet, 93 proso millet and sorghum with different pulverizing methods. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2011. 40:790-797.
- Takahama U, Tanaka M, Hirota S. Proanthocyanidins in buckwheat flour can reduce salivary nitrite to nitric oxide in the stomach. Plant Foods Hum Nutr. 2010. 65:1-7.
- Tateyama C, Ohta M, Uchiyama T. Free radical scavenging activities of flower petal extracts. J Jpn Soc Food Sci. 1997. 44:640-646.
- Vinokur Y, Rodov V, Reznick N, Goldman G, Horev B, Umiel N, et al. Rose petal tea as an antioxidant-rich beverage: Cultivar effects. J Food Sci. 2006. 71:S42-S47.
- Yoon K, Kim A. Total poly-phenol compounds and anti-oxidant activity in horticultural crops. J Korean Soc People Plant Environ. 2007. 10(3):74-83.
- Zeng Y, Zhao J, Peng Y. A comparative study on the free radical scavenging activities of some fresh flowers in southern China. LWT – Food Sci Technol. 2008. 41:1586-1591.