21가지 장미꽃 품종의 페놀성 화합물 함량 및 항산화 활성

조연 $\mathbf{M}^1 \cdot \mathbf{M}$ 정현 $^1 \cdot \mathbf{S}$ 채영 $^1 \cdot \mathbf{I}$ 성태 $^3 \cdot \mathbf{A}$ 은경 $^2 \cdot \mathbf{I}$ 윤배 $^2 \cdot \mathbf{O}$ 준수 $^1 \cdot \mathbf{V}$ 정헌상 1

¹충북대학교 식품생명공학과 ²충북대학교 수의학과 ³경상북도 농업기술원 구미화훼연구소

Phenolic Compounds and Antioxidant Activities of 21 Different Rose Flower Cultivar

Yeon Jae Jo¹, Jeong Hyun Seo¹, Chae Young Hong¹, Seung Tae Kim³, Ehn-Kyoung Choi², Yun-Bae Kim², Junsoo Lee¹, and Heon Sang Jeong¹

¹Department of Food Science and Biotechnology and ²College of Veterinary Medicine, Chungbuk National University ³Gumi Floriculture Research Institute, Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services

ABSTRACT This study evaluated the functional components and antioxidant activities of 21 different rose flower extracts, to confirm their value as a food and cosmetics ingredient. The highest values of total polyphenol, flavonoid and tannin contents (379.70±1.64 mg GAE/extract g, 50.10±0.76 mg CE/extract g, and 339.44±1.20 mg TAE/extract g, respectively) were obtained in Lover Shy. The proanthocyanidin content ranged from 61.88 mg CE/extract g in the Unina cultivar to 5.34±0.13 mg CE/extract g in the Aileen cultivar. The phenolic acid content obtained was highest in the Lover Shy cultivar (27.40±0.26 mg/extract g), whereas highest levels of anthocyanin (8.83±0.03 mg/extract g) were obtained in the Unina cultivar. High ABTS and DPPH radical scavenging activities were determined in the Lover Shy cultivar (428.10±0.29 and 419.59±3.12 mg AAE/extract g, respectively). Taken together, these results indicate that the antioxidant activity and functional components of Lover Shy cultivar are superior, and this extract can potentially be applied as a food and cosmetic ingredient.

Key words: Rosa, phenolic compound, antioxidant, phenolic acid, anthocyanin

서 론

식물 자원에는 다양한 종류의 화학 물질들을 포함하고 있으며 이는 잎, 꽃, 줄기를 포함한 모든 부분에 분포한다. 그중 페놀 화합물은 항산화 활성을 지니는 항산화제로 이용할 수 있으며, 항산화 효과뿐만 아니라 세포 신호 전달을 조절할 수 있는 활성을 지니고 있어서 심혈관질환 및 암과 같은 만성질환의 위험을 낮출 수 있는 기능을 할 수도 있다(Kim 등, 2017).

장미는 장미과(Rosaceae) 계통의 장미속(Rosa)의 다년 생 목본식물이다. 장미는 꽃과 열매를 식용으로 사용할 수 있는 꽃으로 알려져 있으며, 화장품 원료 혹은 음료, 차 및

Received 26 Jan 2021; Revised 4 Mar 2021; Accepted 24 Mar 2021 Corresponding author: Heon Sang Jeong, Department of Food Science and Biotechnology, Chungbuk National University, 1, Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju-si, Chungbuk 28644, Korea, E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr

Author information: Yeon Jae Jo (Graduate student), Jeong Hyun Seo (Graduate student), Chae Young Hong (Graduate student), Ehn-Kyoung Choi (Researcher), Yun-Bae Kim (Professor), Junsoo Lee (Professor), Heon Sang Jeong (Professor)

케이크와 같은 식품으로 소비되고 있고 질병을 치료하기 위한 목적으로 수년 동안 사용돼 왔다. 장미꽃에는 폴리페놀, 타닌, 플라보노이드, 페놀산 및 안토시아닌과 같은 다양한 페놀성 화합물이 다량 존재하며(Ogah 등, 2014) gallic acid 와 ferulic acid, kaempferol, caffeic acid, rutin, p-coumaric acid 및 quercetin 등 다양한 페놀 화합물이 존재한다고 보고되어 있다(Nadpal 등, 2016; Elmastas 등, 2017). 식물의 열매, 꽃, 잎, 줄기 등에 포함된 페놀 화합물의 일

주할 되 할 대, 文, 효, 할 기 등에 모임된 제를 화합물의 될 종인 안토시아닌은 수용성 색소로서 식물의 꽃과 열매에서 주황색, 분홍색, 빨간색, 보라색 및 파란색을 나타내며(Castaneda-Ovando 등, 2009), 식품에 사용하기에 비교적 용이한 천연 색소로 인체에 무해하고 식품소재로의 가능성이 뛰어난 것으로 알려져 있다(Cho 등, 2003). Cho 등(2015)의 연구 결과에 따르면 장미꽃의 안토시아닌은 peonidin, pelargonidin 및 cyanidin 계열로 알려져 있으며, 이 중 cyanidin-3,5-diglucoside 함량이 약 85% 이상 차지한다고 보고되었다. 이러한 장미꽃의 안토시아닌은 강력한 항산화 활성, 심혈관질환, 암 및 당뇨병 등의 예방효과에 대한 연구도 진행되었다(Konczak과 Zhang, 2004). 이처럼 장미꽃에 대한 다양한 기능성 성분에 대한 연구가 많이 진행되었지만

장미꽃 품종별 함량 차이에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 절화를 목적으로 국내에서 개량된 21가지 품종의 다양한 장미꽃에 대한 페놀성 화합물과 항산 화 활성을 평가하여 식품 및 화장품 원료로써 사용이 가능한 지를 알아보기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 장미꽃은 절화를 목적으로 국내에서 품종 개량된 식용 가능한 품종으로 러버샤이, 러블리스칼렛, 러빙하트, 루미너스, 미리내골드, 베티, 비치나, 에일린, 온누리, 유니나, 재미나레드, 진선미, 칠백리, 타미나, 탐나리, 프리티벨벳, 피치그레이스, 핑크러브, 하나로, 한아람 및 향기나로 총 21품종을 건조된 상태로 경상북도 농업기술원구미화훼연구소에서 분양받아 실험을 진행하였다.

추출물 제조

본 연구에 사용된 건조 장미꽃은 분쇄기(SMFP-30000 M20, Hanil, Gwangju, Korea)를 이용하여 30 mesh 크기로 분쇄 후 시료 5 g에 10배의 에탄올을 가하여 초음과 추출 장치(frequency 40 Hz, power 300 W, SD-350H; Seong Dong, Seoul, Korea)에서 28°C로 1시간 추출하였다. 추출 물은 여과지(Whatman No. 4, Whatman International Ltd., Maidstone, UK)를 이용하여 여과 후 잔사를 다시 용매를 가해 동일한 방법으로 3 반복 추출하였다. 추출물은 회전진 공농축기(EYELAN-1000, EYELA, Tokyo, Japan)에서 40°C 온도로 용매를 제거 후 동결건조(Freeze Dryer, FD 5508, Ilshin Lab Co., Ltd., Seoul, Korea)하여 -80°C 온도로 보관하여 사용하였다.

총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 측정

장미꽃 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Dewanto 등(2002) 의 방법으로 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)가 추출물에 존재하는 폴리페놀 화합물에 의해 환원 시 몰리브덴 정색으로 발색하는 원리를 이용하였다. 농도 1 mg/mL 추출물 100 μL에 2% Na₂CO₃ 2 mL를 가해 3분간 방치 후 50% Folin-Ciocalteu's phenol reagent 100 µL를 첨가하여 30분간 반응시킨 다음 반응액을 분광광 도계(Epoch microplate spectrophotometer, BioTek Instruments Inc., Winooski, VT, USA)를 이용하여 750 nm 흡광도에서 측정하였다. 표준물질은 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 농도 1, 0.5, 0.25, 0.125 및 0.0625 mg/mL 로 희석하여 사용하였다. 검량선 작성 후 총 폴리페놀 함량 을 추출물 1 g당 mg gallic acid로 표현하였다. 장미꽃 추출 물의 총 플라보노이드 함량은 Zhishen 등(1999)의 방법을 이용하여 분석하였다. 농도 1 mg/mL 추출물 250 μL에 증류 수 1 mL와 5% 아질산나트륨 75 μL를 첨가 후 5분 뒤에 10% 염화알루미늄 수화물 150 μL를 첨가하였다. 그 후 6분 간 방치하고 1 M NaOH 500 μL를 첨가해 다시 11분간 방치한 후 510 nm 흡광도에서 측정을 진행하였다. 표준물질로는 (+)-catechin hydrate(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하였다.

타닌 및 프로안토시아니딘 함량 측정

장미꽃 추출물의 타닌 함량은 Duval과 Shetty(2001)의 방법을 변형하여 측정하였다. 1 mg/mL 농도의 시료용액 1 mL에 95% 에탄올 1 mL와 증류수 1 mL를 첨가 후 흔들어 주었다. 그 후 5% Na₂CO₃용액 1 mL와 1 N Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich Co.) 0.5 mL를 첨가하여 실온 에서 60분간 발색시켰다. 이후 725 nm 흡광도에서 측정을 진행하였다. 표준물질은 tannic acid(Sigma-Aldrich Co.) 를 사용하였으며 검량선을 작성하여 에탄올 추출물 g당 mg tannic acid equivalent(TAE, dry basis)로 표현하였다. 장 미꽃 추출물의 프로안토시아니딘 함량은(Takahama 등, 2010) vanillin-sulfuric acid법을 이용하여 측정하였다. 각 각의 추출물 0.2 mL에 1.2% vanillin 용액 0.5 mL와 20% 황산 0.5 mL를 가하여 20분간 반응 후 ELISA reader(UV-1650PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 흡광도 500 nm에서 측정하였다. 표준물질 (+)-catechin(Sigma-Aldrich Co.)을 사용해 검량선을 작성하였으며, 추출물 g당 mg catechin으로 표현하였다.

페놀산 함량 측정

장미꽃 추출물의 페놀산 함량은 Seo 등(2011)과 Jung 등 (2012)의 방법을 이용하여 분석을 진행하였다. 80% 에탄올 을 사용하여 추출한 다음 여과지(Whatman No. 4, Whatman International Ltd.)를 이용하여 여과 후 감압 농축하고 증류수로 녹인 후 diethyl ether : ethyl acetate(1:1) 혼합액 을 이용하여 페놀산을 분리하였다. 분리한 페놀산은 HPLC 용 메탄올에 용해하여 0.45 µm syringe filter(Millipore, Billerica, MA, USA)를 사용하여 여과 후 HPLC(Jasco System, Tokyo, Japan) 분석을 진행하였다. 이동상은 0.1% acetic acid in water(A), 0.1% acetic acid in acetonitrile (B)을 gradient 조건으로 흘려주었고, gradient 조건은 A:B 를 초기 92:8(%, v/v), 2분 90:10, 27분 70:30, 50분 10:90, 51분 0:100, 60분 0:100, 70분 92:8로 설정하여 1 mL/min 의 유속으로 흘려주었으며 시료 20 uL를 주입하여 분석을 진행하였다. Detector는 UV 280 nm에서 분석을 진행하였 고, 컬럼은 ODS column(Mightysil RP-18 GP 5 μm, 4.6× 250 mm, Kanto Chemical Co., Tokyo, Japan)을 사용하였 다. 표준물질은 Sigma-Aldrich Co.에서 구입한 gallic acid, (+)-catechin, caffeic acid, p-coumaric acid, ferulic acid, naringin, hesperidin, salicylic 및 quercetin을 이용하여 분석을 진행하였다.

안토시아닌 함량 측정

장미꽃 추출물의 안토시아닌 함량은 Kim 등(2017)의 방법을 변형하여 측정하였다. 표준물질은 cyanidin-3,5-di-glucoside, peonidin-3,5-glucoside, cyanidin, peonidin을 이용하여 분석을 진행하였다. 분석기기로는 HPLC(YL9120 system, Young Lin, Anyang, Korea)를 이용하여 분석을 진행하였고 검출기는 UV 520 nm, 컬럼은 C18 column(Mighty-sil RP-18 GP column, 4.6×250 mm, Kanto Chemical Co.)을 사용하였다. 이동상으로는 5% formic acid in water (A), 5% formic acid in acetonitrile(B)을 gradient 조건으로 흘려주었다. Gradient 조건은 A:B를 초기 90:10(%, v/v)에서 24분 60:40, 25분 0:100, 28분 0:100, 29분 90:10, 40분 90:10으로 설정하고, 유속을 1 mL/min으로 하여 20 μL씩 주입하여 실험을 진행하였다.

ABTS 및 DPPH에 의한 전자공여능 측정

장미꽃 추출물의 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline 6-sulfonic acid)(ABTS) 라디칼 소거 활성은 Choi 등 (2006)의 방법을 변형하여 측정하였다. ABTS 라디칼 양이 온은 2.45 mM 칼륨과 황산염 용액에 7 mM ABTS(Sigma-Aldrich Co.)를 첨가한 다음 실온의 어두운 공간에서 12~ 16시간 동안 교반 후 ABTS 라디칼 양이온 용액을 증류수로 희석시켜 735 nm에서 1.4~1.5의 흡광도 값을 얻었다. 희석 시킨 ABTS 라디칼 양이온 용액 1 mL를 농도 0.5 mg/mL로 조절하여 추출물 또는 증류수(blank) 50 μL에 첨가하였다. 1시간 방치 후 분광광도계를 이용하여 흡광도 735 nm에서 측정을 진행하였다. ABTS 라디칼 소거 활성의 전자공여능 은 시료 비첨가구와 첨가구의 흡광도 차이를 시료 1 g당 mg ascorbic acid로 나타내었다. 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거 활성은 Hwang 등(2006)의 방법을 이용하여 측정하였다. 농도 0.1 mg/mL의 추출물 또 는 증류수(blank) 0.2 mL에 0.2 mM DPPH(Sigma-Aldrich Co.) 용액 0.8 mL를 가한 후 실온에서 30분 방치한 다음 520 nm의 흡광도에서 측정하였다. DPPH 라디칼 소거 활성의 전자공여능은 시료 비첨가구와 첨가구의 흡광도 차 이를 시료 1 g당 mg ascorbic acid로 표현하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 측정하였다. 모든 분석은 3회 반복 측정하였고 평균±표준편차로 표현하였다. 각 처리군 간의 평균과 표준편차를 산출하여 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정(尺<0.05)하였다. 이후 상관관계는 Pearson's correlation analysis를 이용해 분석(尺<0.05, 尺<0.01)하였다.

결과 및 고찰

총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

장미꽃 품종별 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 측정 결과는 Table 1과 같다. 총 폴리페놀 함량은 품종별로 107.25~379.70 mg GAE/extract g 범위에 있었으며, 러버 샤이, 프리티벨벳 및 유니나 품종이 각각 379.70±1.64, 358.64±1.25 및 304.20±1.42 mg GAE/extract g으로 높 은 함량을 나타내었다. 칠백리와 진선미 품종에서는 각각 107.25±0.82 및 130.23±1.64 mg GAE/extract g으로 낮 은 함량을 나타내었다(P<0.05). 총 플라보노이드 함량은 품 종별로 9.46~52.80 mg CE/extract g 범위를 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 프리티벨벳, 러버샤이 및 유니나 품종이 각각 52.80±0.29, 50.10±0.76 및 47.96±0.62 mg CE/extract g으로 높은 함량을 나타내었으며, 칠백리와 진 선미 품종에서는 각각 9.46±0.50 및 12.46±0.17 mg CE/ extract g으로 낮은 함량을 나타내었다(P<0.05). 이러한 결 과는 장미꽃의 품종별 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 이 각각 798.67~2,978.89 및 78.64~531.54 mg/100 g fresh weight 범위로 크게 차이가 날 수 있다는 Yang과 Shin(2017)의 연구 결과와 같이 품종 간에 유의적인 차이를 나타내었다. Cho 등(2015)의 연구에 따르면 장미꽃의 총 폴리페놀 함량과 플라보노이드 함량을 각각 264.83 tannic acid mg/g 및 52.30 quercetin mg/g이었다고 보고하여 본 실험에서 측정한 러버샤이와 프리티벨벳 품종보다 낮은 폴 리페놀 함량을 나타내었으나 플라보노이드 함량은 비슷한 양상을 보였다.

타닌 및 프로안토시아니딘 함량

타닌은 차의 향기 및 색, 맛에 관여하는 여러 가지 생리작 용을 갖는 성분으로 차의 중요한 성분 중 하나로 알려져 있 는데(Nakagawa와 Amano, 1974), 21가지 장미꽃 품종별 타닌 및 프로안토시아니딘 함량을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 품종별 타닌 함량은 36.31~339.44 mg TAE/extract g 범위로 품종 간에 큰 차이를 보였으며, 폴리페놀 함량이 높은 러버샤이, 프리티벨벳, 유니나 품종에서 각각 339.44 ±1.20, 293.37±9.23, 263.46±0.71 mg TAE/extract g ○ 로 높게 나타났다. 품종별 프로안토시아니딘 함량은 5.11~ 61.88 mg CE/extract g의 범위를 나타내었다. 유니나 품종 과 러버샤이 품종에서 61.88±1.04, 46.31±0.27 mg CE/ extract g으로 높았고 베티와 에일린 품종에서 각각 5.11± 0.24, 5.34±0.13 mg CE/extract g으로 낮은 함량을 나타 내었다(P<0.05). 프로안토시아니딘은 항산화 활성이 높고 항암, 항균, 항알레르기 및 혈관 확장능과 같은 기능성이 좋 은 물질로 보고되어 있는데(Song과 Oh, 1996), 본 실험에 사용된 장미꽃 품종 중 유니나 및 러버샤이 품종에서 기존 보고된 맨드라미꽃 44.72 mg CE/g methanol extract 함량 (Kim 등, 2012)보다 높은 함량을 나타내었다.

Table 1. Total polyphenol, flavonoid, tannin, and proanthocyanidin contents of 21 different rose cultivar

Cultivar	Polyphenol (mg GAE/extract g) ¹⁾	Flavonoid (mg CE/extract g) ²⁾	Tannin (mg TAE/extract g) ³⁾	Proanthocyanidin (mg CE/extract g)	
Lover shy	379.70±1.64 ^{a)4)5)}	50.10±0.76 ^b	339.44±1.20 ^a	46.31±0.27 ^b	
Lovely scarlet	176.46 ± 10.46^{k}	17.73 ± 0.15^{j}	$101.26\pm1.38^{\circ}$	$17.31\pm0.70^{\rm f}$	
Loving heart	275.48 ± 0.00^{e}	37.10 ± 0.32^{e}	201.92 ± 2.98^{e}	11.90 ± 0.24^{i}	
Luminus	$222.69\pm2.37^{\rm h}$	11.60 ± 0.12^{mn}	$153.92\pm0.52^{\rm h}$	5.88 ± 0.27^{k}	
Mirinae gold	220.50 ± 1.64^{hi}	$12.36\pm0.17^{\rm m}$	117.86 ± 2.13^{lm}	6.11 ± 0.55^{k}	
Betty	$140.63\pm1.25^{\mathrm{m}}$	11.00 ± 0.15^{n}	59.28 ± 5.22^{q}	5.11 ± 0.24^{k}	
Bichina	254.14±4.57 ^{fg}	38.00 ± 0.32^{e}	$195.44\pm0.20^{\mathrm{f}}$	43.61 ± 0.95^{c}	
Aileen	216.40 ± 0.82^{ij}	17.56 ± 0.56^{jk}	120.59 ± 2.08^{1}	5.34 ± 0.13^{k}	
Onnuri	252.23 ± 0.47^{g}	30.23 ± 0.15^{g}	177.01 ± 3.74^{g}	13.06 ± 1.45^{hi}	
Unina	304.20 ± 1.42^{c}	47.96 ± 0.62^{c}	263.46 ± 0.71^{c}	61.88 ± 1.04^{a}	
Jemina red	296.54 ± 5.46^{d}	41.03 ± 0.45^{d}	258.57±3.58°	21.83 ± 1.51^{e}	
Jinseonmi	130.23 ± 1.64^{n}	$12.46\pm0.17^{\rm m}$	73.16 ± 0.59^{p}	$17.54\pm0.51^{\rm f}$	
Chilbaegli	107.25±0.82°	$9.46\pm0.50^{\circ}$	36.31 ± 1.23^{r}	5.49 ± 0.53^{k}	
Tamina	$258.25\pm3.76^{\text{f}}$	28.20 ± 1.42^{h}	$198.62\pm0.52^{\text{ef}}$	14.61 ± 1.43^{gh}	
Tamnari	200.80 ± 0.00^{k}	16.60 ± 0.31^{k}	139.25 ± 3.65^{j}	16.27 ± 1.80^{fg}	
Pretty velvet	358.64 ± 1.25^{b}	52.80 ± 0.29^{a}	293.37±9.23 ^b	36.16 ± 1.74^{d}	
Peach grace	198.89 ± 2.51^{k}	13.80 ± 0.15^{1}	106.83 ± 1.38^{n}	8.54 ± 0.94^{j}	
Pink love	199.16 ± 0.82^{k}	18.73 ± 0.06^{i}	131.74 ± 0.52^{k}	8.93 ± 1.57^{j}	
Hanaro	220.50±1.42 ^{hi}	$32.23\pm0.21^{\rm f}$	148.23 ± 4.84^{i}	9.35 ± 1.00^{j}	
Hanaram	213.39 ± 1.71^{j}	14.70 ± 0.06^{1}	114.45 ± 1.23^{m}	5.69 ± 0.29^{k}	
hanggina	278.76 ± 1.42^{e}	31.13 ± 1.47^{g}	216.60 ± 1.54^{d}	14.88 ± 0.31^{g}	

페놀산 함량

장미꽃 품종별 구성 페놀산을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 분석에 사용된 9가지 표준물질의 크로마토그램은 Fig.

1A와 같으며, 그중 gallic acid, p-coumaric acid, hesperidin 및 quercetin 4종이 검출되었다. 총 페놀산 함량은 러버 샤이, 프리티벨벳, 재미나레드 품종에서 27.40±0.26, 25.94

Table 2. Phenolic acid compositions of 21 different rose cultivar

Cultinum	Compositions of phenolic acid (mg/extract g) ¹⁾						
Cultivar	Gallic acid	p-Coumaric acid	Hesperidin	Quercetin	Total		
Lover shy	$24.92\pm0.37^{a2)3}$	1.17 ± 0.53^{i}	ND	1.31 ± 0.1^{b}	27.40±0.26 ^a		
Lovely scarlet	7.63 ± 0.16^{m}	1.01 ± 0.03^{ij}	3.02 ± 0.08^{a}	ND	11.65 ± 0.27^{jk}		
Loving heart	11.68 ± 0.05^{i}	2.24 ± 0.00^{b}	0.64 ± 0.02^{d}	ND	14.56 ± 0.02^{h}		
Luminus	8.60 ± 0.06^{1}	2.00 ± 0.04^{bcd}	ND	ND	10.60 ± 0.10^{1}		
Mirinae gold	8.99 ± 0.14^{k}	1.44 ± 0.03^{h}	ND	ND	10.43 ± 0.17^{1}		
Betty	2.26 ± 0.01^{p}	0.55 ± 0.01^{1}	ND	ND	2.81 ± 0.02^{p}		
Bichina	11.57 ± 0.06^{i}	0.65 ± 0.01^{1}	ND	ND	12.22 ± 0.05^{j}		
Aileen	9.09 ± 0.13^{k}	2.19 ± 0.19^{b}	ND	ND	11.29 ± 0.06^{k}		
Onnuri	$5.07\pm0.10^{\circ}$	0.98 ± 0.05^{ij}	1.67 ± 0.03^{c}	0.22 ± 0.00^{c}	7.95 ± 0.08^{n}		
Unina	18.54 ± 0.36^{d}	1.51 ± 0.11^{gh}	ND	ND	20.05 ± 0.47^{e}		
Jemina red	17.27 ± 0.64^{e}	$1.77\pm0.01^{\text{def}}$	ND	3.34 ± 0.01^{a}	$22.39\pm0.65^{\circ}$		
Jinseonmi	5.50 ± 0.09^{n}	0.90 ± 0.04^{jk}	ND .	ND	$6.40\pm0.05^{\circ}$		
Chilbaegli	5.70 ± 0.02^{n}	0.72 ± 0.03^{kl}	1.84 ± 0.04^{b}	ND	8.25 ± 0.03^{n}		
Tamina	13.86 ± 0.28^{g}	1.51 ± 0.06^{gh}	ND	ND	15.37 ± 0.34^{g}		
Tamnari	10.01 ± 0.18^{j}	2.02 ± 0.07^{bc}	ND	ND	12.03 ± 0.25^{jl}		
Pretty velvet	24.39 ± 0.05^{b}	1.55 ± 0.02^{fgh}	ND	ND	25.94 ± 0.06^{b}		
Peach grace	12.65 ± 0.07^{h}	1.85 ± 0.04^{cde}	ND	ND	14.50±0.11 ^h		
Pink love	11.85 ± 0.11^{i}	1.01 ± 0.09^{ij}	ND	ND	12.85 ± 0.20^{i}		
Hanaro	9.77 ± 0.13^{j}	1.74 ± 0.06^{efg}	ND	ND	11.51 ± 0.19^{k}		
Hanaram	$19.31\pm0.21^{\circ}$	2.57 ± 0.14^{a}	ND	ND	21.88 ± 0.36^{d}		
hanggina	$14.46\pm0.00^{\mathrm{f}}$	1.64 ± 0.06^{efgh}	ND	ND	$16.09\pm0.06^{\rm f}$		

¹⁾ mg phenolic acid content per 1 g of rose extracts.
2) Values are mean±SD (n=3).

¹⁾mg gallic acid equivalent (GAE) per 1 g of rose extracts.

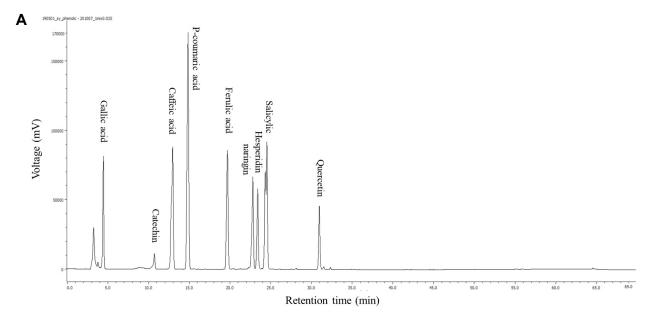
²⁾mg catechin equivalent (CE) per 1 g of rose extracts.

³⁾mg tannin equivalent (TAE) per 1 g of rose extracts.

⁴⁾Values are mean±SD (n=3).

⁵⁾Different letters (a-r) in the same item indicate a significant difference by Duncan's multiple range test (P<0.05) with different cultivar.

³⁾Different letters (a-p) in the same item indicate a significant difference by Duncan's multiple range test (P<0.05) with different cultivar.



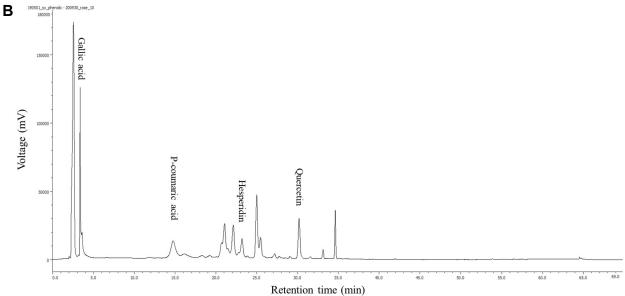


Fig. 1. The standard chromatograms on phenolic acid (A) and anthocyanin (B).

±0.06, 22.39±0.65 mg/extract g으로 높은 함량을 나타내었으며 폴리페놀 함량과 비교 시 일치하는 경향을 보였다 (Choi 등, 2019). 그중 gallic acid의 양이 다른 페놀산에비해 높게 측정되었는데, 이는 장미꽃의 주된 라디칼 소거활성이 gallic acid 함량이 높기 때문이라는 Vinokur 등 (2006)의 연구 결과와 일치하는 경향이었다. 본 연구에서 gallic acid는 러버샤이 품종에서 24.92±0.37 mg/extract g으로 가장 높게 측정되었으며, p-coumaric acid는 한아람품종에서 2.57±0.14 mg/extract g, hesperidin 함량은 러블리스칼렛 품종에서 3.02±0.08 mg/extract g, quercetin은 재미나레드 품종에서 3.34±0.01 mg/extract g으로 높게 측정되었고 품종 간에 유의적인 차이를 보였다(尺0.05).

안토시아닌 함량

장미꽃 품종별 안토시아닌 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 분석에 사용된 6가지 안토시아닌 표준물질의 크로마토그램은 Fig. 1B와 같으며 그중 cyanidin과 cyanidin-3,5-diglucoside 및 cyanidin-3-glucoside 3가지 성분이 검출되었다. 총 안토시아닌 함량은 유니나, 러버샤이, 비치나 품종에서 8.80±0.03, 5.33±0.17, 4.97±0.00 mg/extract g 순으로 높게 측정되었다. Cyanidin-3,5-diglucoside는 유니나 품종에서 8.28±0.02 mg/extract g으로 가장 높게 측정되었으며, cyanidin-3-glucoside는 러빙하트 품종에서 0.29±0.01 mg/extract g, cyanidin은 에일린 품종에서 0.63±0.00 mg/extract g으로 가장 높게 측정되었다(P<0.05). 이는 장미의 주요 안토시아닌 95% 정도가

Table 3. Anthocyanin contents of 21 different rose cultivar

G 1.	Anthocyanin contents (mg/extract g)					
Cultivar -	C35G ¹⁾	C3G ²⁾	Cyanidin	Total		
Lover shy	4.69±0.13 ^{c3)4)}	0.25±0.03 ^b	0.39±0.01 ^e	5.33±0.17 ^b		
Lovely scarlet	$1.06\pm0.00^{\rm h}$	0.20 ± 0.01^{c}	0.48 ± 0.00^{c}	1.74 ± 0.01^{g}		
Loving heart	2.18 ± 0.03^{e}	0.29 ± 0.01^{a}	0.50 ± 0.02^{b}	2.97 ± 0.06^{e}		
Luminus	0.29 ± 0.02^{1}	$0.13\pm0.00^{\mathrm{f}}$	0.41 ± 0.00^{d}	0.83 ± 0.02^{1}		
Mirinae gold	0.37 ± 0.03^{k}	0.09 ± 0.01^{g}	0.50 ± 0.02^{bc}	0.95 ± 0.05^{k}		
Betty	$0.18\pm0.00^{\rm m}$	0.04 ± 0.00^{ij}	0.18 ± 0.00^{1}	0.41 ± 0.00^{p}		
Bichina	4.74 ± 0.00^{b}	$0.06\pm0.00^{\mathrm{hi}}$	0.17 ± 0.00^{lm}	4.97 ± 0.00^{c}		
Aileen	0.50 ± 0.01^{j}	$0.07\pm0.00^{\rm h}$	0.63 ± 0.00^{a}	1.19 ± 0.01^{i}		
Onnuri	1.32 ± 0.03^{g}	$0.12\pm0.00^{\mathrm{f}}$	0.31 ± 0.01^{g}	1.75 ± 0.02^{g}		
Unina	8.28 ± 0.02^{a}	$0.16\pm0.00^{\rm e}$	$0.36\pm0.00^{\mathrm{f}}$	8.80 ± 0.03^{a}		
Jemina red	$1.60\pm0.00^{\mathrm{f}}$	$0.13\pm0.00^{\rm f}$	$0.36\pm0.00^{\mathrm{f}}$	$2.09\pm0.00^{\rm f}$		
Jinseonmi	0.50 ± 0.03^{j}	0.03 ± 0.00^{j}	0.22 ± 0.00^{k}	0.74 ± 0.03^{m}		
Chilbaegli	0.39 ± 0.00^{k}	0.08 ± 0.01^{g}	0.50 ± 0.01^{b}	0.97 ± 0.01^{k}		
Tamina	0.42 ± 0.00^{k}	$0.12\pm0.00^{\rm f}$	0.26 ± 0.00^{i}	0.79 ± 0.00^{lm}		
Tamnari	$0.22\pm0.00^{\rm m}$	$0.06\pm0.00^{\rm hi}$	0.26 ± 0.00^{i}	$0.54\pm0.00^{\circ}$		
Pretty velvet	4.34 ± 0.02^{d}	0.18 ± 0.00^{d}	$0.29\pm0.00^{\rm h}$	4.81 ± 0.02^{d}		
Peach grace	0.29 ± 0.00^{1}	0.10 ± 0.00^{g}	$0.36\pm0.00^{\text{f}}$	0.74 ± 0.00^{m}		
Pink love	0.27 ± 0.00^{1}	0.12 ± 0.00^{f}	0.24 ± 0.00^{j}	0.62 ± 0.00^{n}		
Hanaro	0.28 ± 0.00^{1}	0.03 ± 0.02^{j}	$0.16\pm0.00^{\rm m}$	$0.47\pm0.03^{\text{op}}$		
Hanaram	0.40 ± 0.03^{k}	0.18 ± 0.00^{d}	$0.50\pm0.00^{\rm b}$	1.08 ± 0.03^{j}		
hanggina	0.93 ± 0.01^{i}	0.15 ± 0.00^{e}	0.27 ± 0.01^{i}	1.35 ± 0.02^{h}		

¹⁾Cyanidin-3,5-diglucoside (C35G).

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

Factors	Polyphenol	Flavonoid	Tannin	Proantho- cyanidin	ABTS	DPPH	Phenolic acid compound	Anthocyanin
Polyphenol	1	0.896**	0.978**	0.651**	0.974**	0.954**	0.825**	0.672**
Flavonoid		1	0.929^{**}	0.788^{**}	0.908^{**}	0.903^{**}	0.723^{**}	0.788^{**}
Tannin			1	0.728^{**}	0.990^{**}	0.974^{**}	0.811**	0.711**
Proanthocyanidin				1	0.692^{**}	0.721^{**}	0.568^{**}	0.94**
ABTS					1	0.985^{**}	0.823**	0.657^{**}
DPPH						1	0.827^{**}	0.67**
Phenolic acid compound							1	0.574^{**}
Anthocyanin								1

^{**}P<0.01.

cyanidin-3,5-diglucoside라는 Velioglu와 Mazza(1991) 의 연구 결과와 유사하였다. 따라서 물에 쉽게 용해되는 cyanidin 계열 색소가 풍부한 장미꽃은 기능성 목적뿐 아니라 최근 식품에 사용이 규제되거나 금지되고 있는 합성색소를 대체할 천연색소로서 이용할 충분한 가치가 있다고 판단된다(Kim 등, 2011).

ABTS 및 DPPH에 의한 전자공여능

장미꽃 품종별 항산화 활성을 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. ABTS 라디칼 소거 활성은 러버샤이, 프리티벨벳, 재미나레드 품종에서 428.10±0.29, 381.32±1.88, 322.31±1.43 mg AAE/extract g으로 높게 측정되었으며, 칠백리품종에서 65.79±0.50 mg AAE/extract g으로 가장 낮게

측정되었다. DPPH 라디칼 소거 활성은 식물에서 추출한 화합물의 항산화력을 측정하는 가장 대표적인 방법으로 hydrazyl의 질소원자가 불안정한 상태일 때 수소원자를 받아들이기 쉬운 상태로 항산화 물질과 반응하는 방법을 이용한측정법이다(Choi 등, 2013). DPPH 라디칼 소거 활성은 ABTS 라디칼 소거 활성과 유사한 경향을 보였으며, 러버샤이, 프리티벨벳, 재미나레드 품종에서 419.59±3.12, 345.39 ±2.07 및 268.66±2.39 mg AAE/extract g으로 가장 높았고 칠백리 품종에서 47.93±3.27 mg/extract g으로 가장 낮게 측정되었다. 이러한 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성결과는 총 폴리페놀 함량과 매우 유사한 경향을 보였는데, Wong과 Kitts(2006)의 연구에서 보고한 식물에 존재하는 항산화 활성은 페놀성 화합물의 함량과 높은 연관성을 갖는

²⁾Cyanidin-3-glucoside (C3G) per 1 g of rose extracts.

³⁾Values are mean±SD (n=3).

⁴⁾Different letters (a-p) in the same items indicate a significant difference by Duncan's multiple range test (*P*<0.05) with different cultivar.

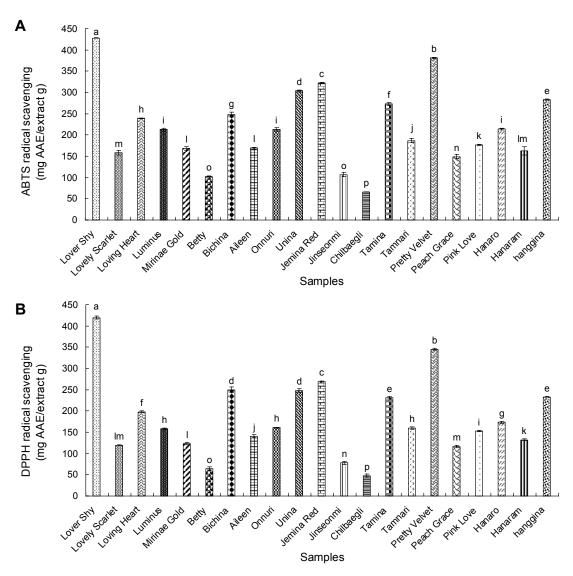


Fig. 2. ABTS (A) and DPPH (B) radical scavenging activity of 21 different rose cultivar. Means with different letters (a-p) indicate a significant difference by Duncan's multiple range test (P<0.05) with different cultivar.

다는 결과와 일치하는 경향이었다.

유용 성분과 항산화 활성 간의 상관관계

장미꽃 품종별 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 타닌, 프로 안토시아니딘, ATBS 및 DPPH 라디칼 소거 활성, 페놀산 및 안토시아닌 간의 상관관계 분석 결과는 Table 4와 같다. 총 폴리페놀은 총 플라보노이드(r=0.896), 타닌(r=0.978), ABTS(r=0.974) 및 DPPH(r=0.954) 라디칼 소거 활성 및 페놀산(r=0.825)과 높은 양의 상관관계를 나타내었으며(P<0.01), 총 플라보노이드는 프로안토시아니딘(r=0.788) 및 안토시아닌(r=0.788)과 높은 상관관계를 나타내었다(P<0.01). 이는 안토시아닌 함량과 총 플라보노이드 함량이 높은 상관관계를 보이며 강한 항산화 활성을 나타내는 요인이라고 보고한 Mlcek과 Rop(2011)의 연구와 일치하였다. 타닌은 총 폴리페놀(r=0.978), 총 플라보노이드(r=0.929),

ABTS(r=0.990) 및 DPPH(r=0.974) 라디칼 소거 활성과 높은 상관관계를 보였으며(P<0.01), 이는 페놀 화합물의 함량이 높아질수록 타닌 함량이 증가한다는 Lee 등(2014)의 연구 결과와 유사한 경향을 보였다. 페놀산은 총 폴리페놀(r=0.825), ABTS(r=0.823) 및 DPPH(r=0.827) 라디칼 소거 활성과 높은 상관관계를 보였으며(P<0.01), ABTS 라디칼 소거 활성과 DPPH 라디칼 소거 활성은 페놀성 화합물 함량이 높을수록 높은 활성을 지닌다는 기존의 연구(Kang 등, 1996)와 일치하는 결과를 나타내었다. 안토시아닌은 프로 안토시아니딘(r=0.94) 및 플라보노이드(r=0.788)와 높은 상관관계를 보였다(P<0.01).

요 약

본 연구는 21품종의 장미꽃에 대한 식품 및 화장품 원료로

사용 가능성을 살펴보기 위해 페놀성 화합물과 항산화 활성 을 평가하였다. 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 및 타닌 함량 은 러버샤이 품종에서 각각 379.70 mg GAE/extract g, 50.10 mg CE/extract g 및 339.44 mg TAE/extract g으로 높게 나타났으며, 칠백리 품종에서 각각 107.25 mg GAE/ extract g, 9.46 mg CE/extract g 및 36.31 mg TAE/extract g으로 낮았다. 페놀산 함량은 총 폴리페놀 함량과 유사 한 결과를 보였으며, 러버샤이 품종에서 27.40 mg/extract g으로 높았다. 안토시아닌은 대부분 cyanidin-3,5-diglucoside로 확인되었으며 총 안토시아닌 함량은 유니나 품종 에서 8.80 mg/extract g으로 가장 높았다. ABTS 및 DPPH 라디칼 소거 활성은 각각 428.10 및 419.59 mg AAE/extract g로 러버샤이 품종에서 가장 높았으며, 항산화 활성과 페놀 화합물의 함량과 높은 양의 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 러버샤이와 같은 항산화 활성이 뛰어난 품종들이 관 상 목적뿐만 아니라 높은 기능성을 가진 식품 및 화장품의 원료로 사용 가능성이 있다고 판단된다.

REFERENCES

- Castaneda-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. 11:21-33.
- 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 KH, Nam HH, Choo BK. Effect of five Korean native *Taraxacum* on antioxidant activity and nitric oxide production inhibitory activity. Korean J Med Crop Sci. 2013. 21:191-196.
- Choi SY, Kim MY, Lee YJ, Choi EK, Kim YB, Lee J, et al. Antioxidant activities and functional components of some rose flower cultivars. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2019. 48: 494-500.
- 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.
- Dewanto V, Wu X, Liu RH. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. J Agric Food Chem. 2002. 50:4959-4964.
- Duval B, Shetty K. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. J Food Biochem. 2001. 25:361-377.
- Elmastas M, Demir A, Genc N, Dolek U, Gunes M. Changes in flavonoid and phenolic acid contents in some *Rosa* species during ripening. Food Chem. 2017. 235:154-159.
- 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.
- Kang YH, Park YK, Lee GD. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. Korean J Food Sci Technol. 1996. 28:232-239.
- Kim H, Kim SL, Koh SH, Seok YS, Kim YS, Sung GB, et al. The development of natural pigment with mulberry fruit as a food additive. Korean J Crop Sci. 2011. 56:18-22.
- Kim HY, Ko JY, Song SB, Kim JI, Seo HI, Lee JS, et al. Antioxidant activities of solvent fractions from methanolic extract of cockscome (*Celosia cristata* L.) flowers. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2012. 41:1502-1507.
- 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.
- Konczak I, Zhang W. Anthocyanins more than nature's colours. J Biomed Biotechnol. 2004. 2004:239-240.
- Lee EK, Kwon WY, Lee JW, Yoon JA, Chung KH, Song BC, et al. Quality characteristics and antioxidant activity of vinegar supplemented added with *Akebia quinata* fruit during fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2014. 43:1217-1227.
- Mlcek J, Rop O. Fresh edible flowers of ornamental plants A new source of nutraceutical foods. Trends Food Sci Technol. 2011. 22:561-569.
- Nadpal JD, Lesjak MM, Sibul FS, Anackov GT, Cetojevic´-Simin DD, Mimica-Dukic NM, et al. Comparative study of biological activities and phytochemical composition of two rose hips and their preserves: Rosa canina L. and Rosa arvensis Huds.. Food Chem. 2016. 192:907-914.
- Nakagawa M, Amano I. Evaluation method of green tea grade by nitrogen analysis. J Jap Food Sci Technol. 1974. 21:57-63.
- Ogah O, Watkins CS, Ubi BE, Oraguzie NC. Phenolic compounds in *Rosaceae* fruit and nut crops. J Agric Food Chem. 2014. 62:9369-9386.
- Seo MC, Ko JY, Song SB, Lee JS, Kang JR, Kwak DY, et al. Antioxidant compounds and activities of foxtail millet, proso millet and sorghum with different pulverizing methods. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2011. 40:790-797.
- Song HK, Oh SJ. Isolation and structure elucidation of proanthocyanidin in bark of *Pinus densiflora*. Mokchae Konghak. 1996, 24:81-93.
- Takahama U, Tanaka M, Hirota S. Proanthocyanidins in buck-wheat flour can reduce salivary nitrite to nitric oxide in the stomach. Plant Foods Hum Nutr. 2010. 65:1-7.
- Velioglu YS, Mazza G. Characterization of flavonoids in petals of *Rosa danascena* by HPLC and spectral analysis. J Agric Food Chem. 1991. 39:463-467.
- 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.
- Wong PYY, Kitts DD. Studies on the dual antioxidant and antibacterial properties of parsley (*Petroselinum crispum*) and cilantro (*Coriandrum sativum*) extracts. Food Chem. 2006. 97: 505-515.
- Yang H, Shin Y. Antioxidant compounds and activities of edible roses (*Rosa hybrida* spp.) from different cultivars grown in Korea. Appl Biol Chem. 2017. 60:129-136.
- Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem. 1999. 64:555-559.