



## 벌꿀로 제조한 매실청의 구연산, 무기물 함량 및 항산화 활성

김세건, 방경원, 우순옥, 김성국, 김효영, 최홍민, 문효정, 한상미\*

농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부

### Citric Acid, Minerals Contents, and Antioxidant Activities of Maesil (*Prunus mume* fruit) Cheongs Formulated using Different honeys

Se Gun Kim, Kyeong Won Bang, Soon Ok Woo, Sung Kuk Kim, Hyo Young Kim, Hong Min Choi, Hyo Jung Moon and Sang Mi Han\*

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea

#### Abstract

To utilize honey as various food materials, maesil (*Prunus mume* fruit) cheongs were made using sucrose or different honeys (acacia-, chestnut-, and multifloral honeys) and then their citric acid, minerals (Ca, K, and Mg), and total polyphenol contents as well as antioxidant activities were measured. Among the samples, the highest levels of citric acid, minerals, and total polyphenol contents were observed in maesil cheong formulated using chestnut honey (MCFCH). MCFCH also showed the highest antioxidant activity that scavenged DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) free radical by 35.1% at the concentration of 5000 µg/mL. These results indicate that chestnut honey was confirmed to be suitable as a material to enhance the antioxidant capacity of MCFCH, and can be used as basic data for the development of functional food materials using honey.

#### Keywords

Maesil cheong, *Prunus mume* fruit, Honey, Antioxidant

## 서론

매실은 (梅實) 장미과 (Rosaceae) 매화나무 (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.)의 열매로 구연산 (citric acid), 사과산 (malic acid), 주석산 (tartaric acid), 옥살산 (oxalic acid) 등 각종 유기산뿐만 아니라 무기질, 비타민 등의 영양소가 풍부하여 위장 건강 및 피로 회복에 도움을 주는 알칼리 식품으로 알려져 있다. 또한 덜 익은 매실을 훈증하여 말린 것을 오매 (烏梅)라 하는데 이것은 구충, 복통 등 민간 의약으로도 오랫동안 사용해 왔다 (강 등, 1999; 백과 최, 2010). 매실은 카페인산 (caffeic acid), 쿠마린산 (coumaric acid) 및 이들의 유도체 등 다수의 페놀성 물질을 함유하고 있으며 항산화, 항골다공증, 항균, 항암 효과 등 다양

한 생리활성을 나타내는 식품이다 (김 등, 2019; Yan *et al.*, 2014; Mitani *et al.*, 2018). 매실의 생리학적 기능이 과학적으로 입증되면서 2016년 매실 추출물 (구연산 함량 기준 300~400 mg/g)은 ‘피로 개선’에 도움을 주는 건강기능 식품 기능성 원료로 식품의약품안전처 건강기능식품공전에 등재되었다. 매실은 주로 6월경부터 덜 익은 청매실 상태에서 수확하는데, 청매실에는 헥시증, 구토, 경련을 유발하는 아미그달린 (amygdalin)이 포함되어 있으므로 이를 제거할 목적으로 매실청과 같이 설탕을 매실과 섞어 일정 기간 숙성시킨 후 음식의 감미료, 음료 등 가공식품으로 널리 사용되고 있다 (김 등, 1996; Hwang *et al.*, 2008; Shim and Kwon, 2010). 하지만 최근 건강에 대한 관심이 고조되면서 설탕에 대한 부정적인 인식 때문에 대체 감미

료에 대한 관심이 증가되고 있다(한국소비자원, 2016). 벌꿀은 예로부터 천연 감미료로 사용되어 왔으며 벌꿀에 포함된 포도당은 뇌 및 신경세포의 에너지원으로 사용되고 체내 흡수가 빠르기 때문에 피로 회복에 도움을 주는 것으로 알려져 있다(Seraglio *et al.*, 2019). 또한 벌꿀에 포함된 플라보노이드(flavonoid)와 같은 식물유래 2차 대사산물들은 항산화, 항염, 항균 효과를 가지고 있어 벌꿀은 건강식품으로 인식되고 있다(Deng *et al.*, 2018; Shen *et al.*, 2018). 최근 이상기후로 인한 국내 벌꿀 생산량 및 소비자하로 벌꿀의 소비촉진 및 양봉 농가의 소득증대를 위하여 과자류, 유제품류 등의 첨가물로 사용하는 등 벌꿀의 용도 다양화를 시도하고 있다. 또한 농촌진흥청에서는 벌꿀, 프로폴리스 등 양봉 산물을 이용한 ‘꿀벌의 양봉 산물로 만드는 건강한 요리’를 발간하였다. 본 연구에서는 벌꿀의 용도 다양화를 위한 일환으로 국내에서 생산되는 벌꿀로 매실청을 제조하여 지표 물질로 알려진 구연산 함량, 주요 무기물 함량, 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성을 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

전남 광양에서 재배하여 2019년 6월 말에 수확한 남고(南高, Nanko) 홍매실을 농가에서 구입하였다. 아카시아 꿀, 밤꿀, 잡화꿀은 2019년도에 한국양봉농업협동조합(Anseong, Korea)에서 ‘벌꿀의 규격 기준’(식품의약품안전처, 2019)에 만족하는 제품을 구입하여 실험에 사용하였다.

### 2. 매실청 제조

남고 홍매실을 수확한 다음 날, 베이킹 파우더로 수제한 후 씨를 제거하고 4등분하여 살균 소독한 사각 유리 용기에 4등분한 매실을 먼저 넣은 다음 백설탕, 아카시아 꿀, 밤꿀, 잡화꿀을 매실과 1 (2.1 kg) : 1 (2.1 kg)의 무게비로 각각 첨가하였으며, 100일 동안 상온에서 밀봉상태로 차광하여 보관하였고, 일주일 간격으로 용기를 흔들어 주었다. 저장 100일 후, 각 시료 유리 용기에 포함된 매실 및 부유물은 거름망을 이용하여 제거한 다음 액상 상태의 매실청을 분석 시료로 사용하였다.

**Table 1.** HPLC conditions for citric acid in the samples

Classification	Condition
Instrument	HPLC (Shiseido Nanospace SI-2, Tokyo Japan)
Column	Prevail Organic Acid (250 mm × 4.6 mm, 5 μm, GRACE, Columbia, MD, USA)
Column temperature	40°C
Wavelength	214 nm
Injection volume	10 μL
Mobile phase	0.25 M KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> (pH 2.4)
Flow rate	0.4 mL/min

### 3. 구연산 함량 분석

건강기능식품공전(2019) 구연산 시험법에 따라 구연산 함량 분석을 실시하였다. 시료 1g에 증류수 50g을 가하여 희석한 후 아세트니트릴/증류수(1:1)로 활성화시킨 C18 카트리지에 희석된 시료 10 mL을 가하여 초기 용출액 4 mL을 제거한 다음 6 mL을 분취하였다. 용출액은 0.45 μm syringe filter로 여과한 후 분석에 사용하였다. 구연산의 HPLC 분석 조건은 Table 1과 같다.

### 4. 무기질 분석

건강기능식품공전(2019)에 제시된 무기질 건식분해법에 따라 무기질을 분석하였다. 시료를 550~600°C에서 완전히 회화한 후 남은 회분에 물을 적시고 염산을 가하여 완전히 증발 건조한 다음 건조물에 염산을 가하여 100 mL 부피 플라스크에 여과하고 증류수로 정량하여 분석 시료로 사용하였다. 무기질 Ca, K, Mg 분석은 유도결합 플라즈마 분광분석기(Inductively coupled plasma optical emission spectrometer, ICP-OES)를 사용하였고 분석조건은 Table 2에 나타내었다.

### 5. 총 폴리페놀 함량 분석

건강기능식품공전(2019)에 제시된 Folin-Denis 방법에 따라 매실청의 총 폴리페놀 함량을 측정하였다. 즉, 시료를 50 mL 부피 플라스크에 취한 후 메탄올을 넣고 초음파로 추출한 다음 시험관에 추출액과 증류수 7.5 mL, Folin-Denis 시약(Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) 0.5 mL, 35% 탄산나트륨 1 mL을 넣고 혼합하여 상온에 30분간 방치한 후 760 nm에서 흡광도(Spectramax M2<sup>®</sup>, Molecular

**Table 2.** ICP-OES conditions for minerals in the samples

Classification	Condition
Instrument	ICP-OES (Optima 8300, Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)
RF power	1300 W
Gas flow rate (argon)	Plasma: 10 L/min, auxiliary: 0.2 L/min, nebulizer: 0.65 L/min
Nebulizer	Concentric nebulizer
Viewing type	Radial, axial
Wave length (nm)	Ca: 393.366, K: 766.490, Mg: 208.271

devices, San Jose, CA, USA)를 측정하였다. 매실청 내 총 폴리페놀 함량은 표준물질 탄닌산으로 표준 곡선을 작성한 다음 정량하였다.

### 6. 항산화 활성 측정

항산화 활성은 Blois (1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉, 각 농도별로 제조한 시료 20 µL에 200 µM DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) 180 µL를 넣고 30분간 실온에 방치한 다음 분광광도계를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 7. 통계분석

구연산 함량, 무기질 함량, 총 폴리페놀 함량, 항산화 활성 평가는 본 실험에서 제조한 매실청 각 시료를 3회 측정하여 평균값 ± 표준편차 (mean ± standard deviation)로 나타냈으며 SPSS Statistics 18 (IBM Co., Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하여 일원배치 분산분석 (one-way ANOVA) 후 Duncan's multiple test를 이용하여 유의성 95% ( $p < 0.05$ ) 수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 구연산 함량

구연산은 체내 생성된 젖산을 체외로 배출시켜 피로 개선 효과 (Tomohiro *et al.*, 2007)를 가지는 물질로 건강기능식품 기능성 원료인 매실 추출물의 지표 성분이다 (식품의약품안전처, 2019). 본 연구에서는 설탕, 아카시아꿀, 밤꿀, 잡화꿀로 제조한 매실청에 포함된 구연산의 함량을

**Table 3.** Citric acid content of maesil cheongs formulated using different honeys

Sample	Content (mg/g)
MCFS	16.7 ± 1.2 <sup>a</sup>
MCFAH	15.6 ± 0.8 <sup>ab</sup>
MCFCH	16.9 ± 0.4 <sup>a</sup>
MCFMH	13.7 ± 2.1 <sup>b</sup>

Values are presented as mean ± standard deviation. Different superscript letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ). MCFS: maesil cheong formulated using sucrose, MCFAH: maesil cheong formulated using acacia honey, MCFCH: maesil cheong formulated using chestnut honey, MCFMH: maesil cheong formulated using multiflora honey.

측정하여 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 벌꿀로 제조한 매실청의 구연산 함량은 밤꿀로 제조한 매실청에서 16.9 mg/g로 가장 높게 측정 되었으며 아카시아꿀 및 잡화꿀로 제조한 매실청은 설탕으로 제조한 매실청 (16.7 mg/g) 보다 낮은 함유량을 나타내었다. 매실청의 구연산은 고농도의 당에 의한 삼투압 작용으로 매실 과육으로부터 구연산이 용출되는데 당의 농도 및 산도가 매실청 내 구연산의 확산속도에 영향을 끼치는 것으로 알려져 있다 (차 등, 1999; 배와 유, 2019). 김 등 (1991)은 벌꿀의 생산지, 숙성기간, 밀원에 따라 산도 (pH 3.5~4.7) 및 구연산 함량 (0.8~61.0 mg%)이 다르게 나타나며, 김 등 (2017)은 시중에 유통되는 아카시아꿀, 밤꿀, 잡화꿀의 과당, 포도당 및 설탕의 총 함량이 64.89~72.79%로, 밀원별로 차이를 나타내는 것으로 보고하였다. 본 연구에서 제조한 매실청 4종의 구연산 함량 차이는 각 시료의 당 함량, pH 등이 관여하여 매실 과육으로부터 구연산 용출에 영향을 미쳤을 것이라 판단된다.

### 2. 무기질 함량

무기질은 체내 합성이 되지 않는 물질로 인체를 구성하고 체내 수분조절, 면역 조절, 세포의 성장, 혈압 유지 등 다양한 생리 작용에 관여하고 부족하게 되면 질병을 야기할 수도 있어 식품 등을 통하여 섭취해야 하는 영양소이다 (Blumfield *et al.*, 2013). 매실에는 칼슘 (Ca), 인 (P), 철 (Fe), 칼륨 (K), 아연 (Zn), 구리 (Cu), 나트륨 (Na), 마그네슘 (Mg) 등이 존재하는 것으로 알려져 있으며 칼륨, 칼슘, 마그네슘이 주요 무기질이다. 벌꿀로 제조한 매실청의 주요 무기질 함량을 살펴보면 (Table 4), 밤꿀로 제조한 매실청에 함유된 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 각각 205.5, 9.8, 7.3

**Table 4.** Minerals contents of maesil cheongs formulated using different honeys

Sample	Content (mg/100 g)		
	K	Ca	Mg
MCFS	74.1 ± 2.3 <sup>a</sup>	3.6 ± 0.8 <sup>a</sup>	2.8 ± 0.1 <sup>b</sup>
MCFAH	67.9 ± 4.1 <sup>a</sup>	2.6 ± 0.1 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.1 <sup>a</sup>
MCFCH	205.5 ± 6.3 <sup>c</sup>	9.8 ± 0.3 <sup>c</sup>	7.3 ± 0.2 <sup>d</sup>
MCFMH	110.3 ± 7.1 <sup>b</sup>	7.0 ± 1.0 <sup>b</sup>	5.6 ± 0.1 <sup>c</sup>

Values are presented as mean ± standard deviation. Different superscript letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ). MCFS: maesil cheong formulated using sucrose, MCFAH: maesil cheong formulated using acacia honey, MCFCH: maesil cheong formulated using chestnut honey, MCFMH: maesil cheong formulated using multiflora honey.

**Table 5.** Total polyphenol content of maesil cheongs formulated using different honeys

Sample	Content (mg/g)
MCFS	0.68 ± 0.1 <sup>c</sup>
MCFAH	0.34 ± 0.1 <sup>a</sup>
MCFCH	0.71 ± 0.1 <sup>d</sup>
MCFMH	0.61 ± 0.1 <sup>b</sup>

Values are presented as mean ± standard deviation. Different superscript letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ). MCFS: maesil cheong formulated using sucrose, MCFAH: maesil cheong formulated using acacia honey, MCFCH: maesil cheong formulated using chestnut honey, MCFMH: maesil cheong formulated using multiflora honey.

mg/100 g로 아카시아꿀, 잡화꿀 및 설탕으로 제조한 매실청보다 높은 함량을 나타냈으며, 체내 나트륨 배출 및 혈압유지(Weaver, 2013)에 관여하는 칼륨은 각 시료의 주요 무기물 중 가장 높은 함량으로 측정되었다. 이는 강 등(1999)이 보고한 매실 과육과 매실 착즙박의 무기질 분석 결과와 일치하였다. 특히, 밤꿀로 제조한 매실청의 칼륨은 3종의 매실청보다 더 높은 함유량을 나타냈는데, 이는 밤꿀로 제조한 매실청의 저장기간 동안 매실 과육으로부터 용출되는 칼륨과 밤꿀에 함유된 칼륨이 합쳐진 결과라 생각한다. 밤꿀에는 아카시아꿀의 8배, 잡화꿀의 3배 정도 많은 칼륨을 함유한다고 알려져 있다(정 등, 2011).

### 3. 총 폴리페놀 함량

폴리페놀(polyphenol)은 과일, 채소 등 식물에 존재하는 2차 대사산물로 탄닌(tannin), 플라보노이드(flavonoid) 등 다양한 화학적 구조를 가지고 있으며 항염, 항암 등의 약리 효과를 나타내고 천연항산화제로 알려진 피토케미컬

**Table 6.** Antioxidant activities of maesil cheongs formulated using different honeys

Sample	Concentration (µg/mL)	DPPH scavenging activity (%)
MCFS	1000	1.9 ± 1.2 <sup>a</sup>
	2500	3.4 ± 1.6 <sup>ab</sup>
	5000	10.1 ± 0.9 <sup>c</sup>
MCFAH	1000	2.6 ± 2.1 <sup>a</sup>
	2500	6.3 ± 0.2 <sup>b</sup>
	5000	11.1 ± 2.9 <sup>c</sup>
MCFCH	1000	6.3 ± 1.1 <sup>b</sup>
	2500	14.1 ± 1.8 <sup>d</sup>
	5000	31.5 ± 1.1 <sup>f</sup>
MCFMH	1000	4.5 ± 0.9 <sup>ab</sup>
	2500	9.3 ± 0.7 <sup>c</sup>
	5000	19.3 ± 2.5 <sup>e</sup>

Values are presented as mean ± standard deviation. Different superscript letters in the same column indicate significant difference ( $p < 0.05$ ). MCFS: maesil cheong formulated using sucrose, MCFAH: maesil cheong formulated using acacia honey, MCFCH: maesil cheong formulated using chestnut honey, MCFMH: maesil cheong formulated using multiflora honey.

(phytochemical)이다(Can *et al.*, 2015). 폴리페놀은 다양한 생리활성을 지니고 있으며 특히 항산화 활성에 대한 기준 물질로 알려져 있다. 벌꿀로 제조한 매실청의 총 폴리페놀 함량은 벌꿀 종류별로 차이를 보였으며 밤꿀로 제조한 매실청에서 0.71 mg/g로 가장 높게 측정되었다(Table 5). 이는 매실청이 숙성됨에 따라 매실에서 용출되는 폴리페놀과 밤꿀에 존재하는 폴리페놀이 합쳐진 결과라 판단된다. 최 등(2009)은 밤꿀에는 폴리페놀이 0.67 mg/mL로 아카시아꿀보다 10배 이상 높다고 보고하였다.

### 4. 항산화 활성

본 연구에서는 벌꿀로 제조한 매실청의 항산화 활성을 확인하고자 DPPH 유리기(free radical)를 이용하여 소거능(scavenging activity)을 측정하였다. 그 결과, 설탕으로 제조한 매실청은 벌꿀 시료 3종보다 낮은 DPPH 소거능을 보였으며 밤꿀로 제조한 매실청은 5000 µg/mL에서 31.5%의 가장 높은 DPPH 소거능을 나타내었다(Table 6). 이러한 결과는 밤꿀로 제조한 매실청에 다른 시료 3종보다 항산화제로 알려진 폴리페놀 함량이 높아 항산화 활성이 높게 나타난 것으로 판단된다. 반면, 아카시아꿀 및 잡화꿀로 제조한 매실청은 설탕으로 제조한 매실청보다 항

산화 활성이 높게 측정되었다. 이는 벌꿀에 포함된 항산화 활성 성분인(김 등, 2017; Jabeen *et al.*, 2018; Kim *et al.*, 2020) 비타민 B 계열 나이아신(niacin), 황 함유 아미노산 시스테인(cystein) 등이 DPPH 유리기 소거에 관여한 것으로 판단된다.

## 적 요

설탕을 대신하여 벌꿀로 제조한 매실청의 구연산, 주요 무기물 3종, 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성을 측정하여 벌꿀의 용도 다양화를 위한 가능성을 확인하고자 하였다. 매실 추출물의 ‘피로 개선’ 지표 물질로 알려진 구연산 함량은 밤꿀로 제조한 매실청에서 가장 높게 측정되었으나 통계적 유의성은 없었다. 매실청의 주요 무기물로 알려진 칼륨(K), 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg)은 밤꿀로 제조한 매실청이 설탕, 아카시아꿀, 잡화꿀로 제조한 매실청보다 높게 나타났으며 칼륨(205.5 mg/100 g)이 다량 함유된 것을 확인할 수 있었다. 또한, 밤꿀로 제조한 매실청은 0.71 mg/g로 가장 높은 총 폴리페놀을 함유하였고 5000 µg/mL에서 DPPH 유리기(free radical) 소거능이 31.5%로 가장 높은 항산화 활성을 보였다. 이상의 결과로 밤꿀로 제조한 매실청은 설탕으로 제조한 매실청보다 무기질 함량을 높이고 항산화 활성을 높이는 부재료로 확인되었으며, 장기 복용할 경우 건강에 유익할 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 어젠다연구사업(과제번호: PJ01418004)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

## 인용 문헌

강민영, 정윤화, 은종방. 1999. 매실과육과 매실착즙박의 이화학적 특성. *한국식품과학회지* 31: 1434-1439.  
 김복남, 김택제, 최홍식. 1991. 강원도산 잡화꿀의 유기산 및 지방산 특성에 관한 연구. *한국식품영양과학회지* 20: 52-58.  
 김세건, 홍인표, 우순옥, 장혜리, 장재선, 한상미. 2017. 천연꿀과 사양꿀의 성분분석. *한국식품영양과학회지* 30: 112-119.

김재영, 송하영, 문진아, 신문홍, 백승화. 2014. 국내 유통되는 벌꿀의 품질특성. *한국식품과학회지* 46: 432-437.  
 김정호, 조현동, 원영선, 허지안, 김지영, 김휘곤, 한신희, 문광덕, 서권일. 2019. 매실 분획물에 의한 인체 대장암세포 억제 효과. *생명과학회지* 29: 1227-1234.  
 김정훈, 강태욱, 박찬봉, 차광재, 안영근. 1996. 아미그달린의 투여경로에 따른 면역생물학적 연구. *약학회지* 40: 202-211.  
 배문주, 유상호. 2019. 기능성 올리고당으로 제조한 매실청의 저장기간 중 올리고당 함량 변화. *한국식품과학회지* 51: 169-175.  
 백중희, 최종임. 2010. 매실에 대한 소비자 선호 및 소비행태분석. *한국식품저장유통학회지* 17: 571-580.  
 식품의약품안전처. 2019. 건강식품의 기준 및 규격 고시전문. 식품의약품안전처. 청주, 대한민국. pp. 304-306.  
 식품의약품안전처. 2019. 식품공전. 식품의약품안전처. 청주, 대한민국. pp. 248-250.  
 정미애, 김진제, 백현동, 오재욱, 이시경. 2011. 다양한 꿀에 함유된 무기물 조성, Hydroxy Methyl Furfural 함량 및 꿀단백질의 전기영동 패턴 비교. *한국축산식품학회지* 31: 241-249.  
 차환수, 황진봉, 박정선, 박용곤, 조재선. 1999. 매실의 성숙중 유기산, 유리당 및 유리아미노산의 변화. *한국식품저장유통학회지* 6: 481-487.  
 최용수, 김혜경, 이상철, 이만영, 홍인표, 김남숙, 윤석한, 이광길. 2009. 벌집추출물의 제조 및 이용. *한국양봉학회지* 24: 261-265.  
 한국소비자원. 2016. 홈메이드 매실청 당함량 실태조사. 한국소비자원, 서울, 대한민국. pp. 1-20.  
 Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 26: 1198-1120.  
 Blumfield, M. L., A. J. Hure, L. Macdonald-Wicks, R. Smith and C. E. Collins. 2013. A systematic review and meta-analysis of micronutrient intakes during pregnancy in developed countries. *Nutr. Rev.* 71: 118-132.  
 Can, Z., O. Yildiz, H. Sahin, E. Akyuz Turumtay, S. Silici and S. Kolayli. 2015. An investigation of Turkish honeys: Their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chem.* 180: 133-141.  
 Deng, J., R. Liu, Q. Lu, P. Hao, A. Xu, J. Zhang and J. Tan. 2018. Biochemical properties, antibacterial and cellular antioxidant activities of buckwheat honey in comparison to manuka honey. *Food Chem.* 252: 243-249.  
 Hwang, H. J., P. Kim, C. J. Kim, H. J. Lee, I. Shim, C. S. Yin, Y. Yang and D. H. Hahm. 2008. Antinociceptive effect of amygdalin isolated from *Prunus armeniaca* on formalin-induced pain in rats. *Biol. Pharm. Bull.* 31: 1559-1564.  
 Jabeen, H., S. Saleemi, H. Razzaq, A. Yaqub, S. Shakoor and R. Qureshi. 2018. Investigating the scavenging of reactive oxygen species by antioxidants via theoretical and experimental methods. *J. Photochem. Photobiol. B* 180: 268-275.  
 Kim, J. H., H. J. Jang, W. Y. Cho, S. J. Jung and C. H. Lee.

2020. In vitro antioxidant actions of sulfur-containing amino acids. *Arabian Journal of Chemistry* 13: 1678-1684.
- Mitani, T., K. Ota, N. Inaba, K. Kishida and H. A. Koyama. 2018. Antimicrobial Activity of the Phenolic Compounds of *Prunus mume* against Enterobacteria. *Biol. Pharm. Bull.* 41: 208-212.
- Seraglio, S. K. T., B. Silva, G. Bergamo, P. Brugnerotto, L. V. Gonzaga, R. Fett and A. C. O. Costa. 2019. An overview of physicochemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey. *Food Res. Int.* 119: 44-66.
- Shen, S., J. Wang, Q. Zhuo, X. Chen, T. Liu and S. Q. Zhang. 2018. Quantitative and discriminative evaluation of contents of phenolic and flavonoid and antioxidant competence for Chinese honeys from different botanical origins. *Molecules* 23: E1110.
- Shim, S. M. and H. Kwon. 2010. Metabolites of amygdalin under simulated human digestive fluids. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 61: 770-779.
- Tomohiro, S., A. Sayaka, S. Tomoko, K. Yoshitaka and K. Osami. 2007. Effects of Citric Acid and L-Carnitine on Physical Fatigue. *J. Clin. Biochem. Nutr.* 41: 224-230.
- Weaver, C. M. 2013. Potassium and health. *Adv. Nutr.* 4: 368S-377S.
- Yan, X. T., S. H. Lee, W. Li, Y. N. Sun, S. Y. Yang, H. D. Jang and Y. H. Kim. 2014. Evaluation of the antioxidant and anti-osteoporosis activities of chemical constituents of the fruits of *Prunus mume*. *Food Chem.* 156: 408-415.