

## 금매와 매화 잎 추출물의 프리라디칼 억제 활성 및 항암 효과

노규아<sup>1\*</sup> · 김경지<sup>1\*</sup> · 지현아<sup>1</sup> · 임한솔<sup>2</sup> · 정강현<sup>2</sup> · 이권재<sup>3</sup> · 송병춘<sup>1</sup> · 안정희<sup>1</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 식품생명과학부  
<sup>2</sup>서울과학기술대학교 식품공학과  
<sup>3</sup>대전대학교 신소재공학

### Antitumor and Free Radical-Scavenging Activities of Various Extract Fractions of Fruits and Leaves from *Prunus mume*

Kyu-A Rho<sup>1\*</sup>, Gyeong-Ji Kim<sup>1\*</sup>, Hyun-A Ji<sup>1</sup>, Han-Sol Lim<sup>2</sup>, Kang-Hyun Chung<sup>2</sup>,  
Kwon-Jai Lee<sup>3</sup>, Byeong Chun Song<sup>1</sup>, and Jeung Hee An<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Division of Food Bioscience, Konkuk University

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science & Technology

<sup>3</sup>Department of Advanced Materials Engineering, Daejeon University

**ABSTRACT** This study investigated the free radical-scavenging and antitumor activities of hot water, water, acetone, ethanol, ethyl acetate, chloroform, and hexane extracts of fruits and leaves from *Prunus mume*. The various extracts were evaluated for their total polyphenol, flavonoid, and tannin contents, scavenging activities by DPPH and ABTS analyses, reducing power, protective effects against oxidative stress in L-132 cells, and antitumor activities against A549, HeLa, and U87 cancer cells. Ethanol extracts of fruits and leaves showed the highest total polyphenol content (336.41 and 523 mg GAE/100 g, respectively). DPPH and ABTS radical-scavenging activities increased according to concentration of fruit. DPPH radical-scavenging activity of ethanol extracts from leaves was 65.48% at 200 µg/mL. All extract fractions of leaves showed high ABTS radical-scavenging activities. The reducing power activities increased according to increasing concentration of fruits and leaves. All extracts of leaves performed better than extracts of fruits in terms of protective effects against oxidative stress in L-132 cells. Ethyl acetate, chloroform, hexane, ethanol extracts of fruits and leaves showed anticancer activities against A549, HeLa, and U87 cancer cells. However, ethanol extracts of fruits and leaves showed no toxicity in normal cells (BNLCL2). This study suggests that antioxidant activities of fruits and leaves from *P. mume* depend on polyphenol contents. Thus, fruits and leaves from *P. mume* can be useful as natural antioxidant compounds.

**Key words:** *Prunus mume*, free radical-scavenging activities, antitumor activity

## 서 론

경제성장과 생활수준의 향상으로 소비자들의 건강에 대한 관심이 높아지면서 질병 예방, 노화 방지 등의 각종 생리 활성을 가진 기능성 제품의 수요가 점차 증가하고 있다(1). 일반적으로 활성산소는 노화나 질병을 일으키는 주원인 물질로 알려져 있으며 우리가 호흡하는 산소와는 다르게 불안정한 상태에 있는 산소를 말한다. 이것은 사람의 몸속에서 산화작용을 일으켜 DNA 변성 및 세포막과 모든 세포 구조를 손상시키는 것으로 알려져 있다(2). 식품소재의 항산화 물질이 활성산소를 억제하고 질병 예방 및 세포보호에 효과

가 있다고 보고되었다(2).

매화나무(*Prunus mume*)는 장미목 장미과 벚나무속에 속하고 매실나무라고도 불리워진다. 원산지는 중국으로 알려져 있으며 한국과 중국, 일본을 포함한 동북아시아의 일부 따뜻한 기후 지역을 중심으로 재배되고 있다(3). 매실은 수확 시기나 가공법에 따라 청매(青梅), 금매(金梅), 백매(白梅), 오매(烏梅), 황매(黃梅)로 분류된다(4). 청매는 6월 중순~7월 초순에 딴 매실로 과육이 단단하고 신맛이 강하며 황매는 7월 중순에 딴 매실로 색이 노랑고 향이 좋다. 금매는 청매를 찌서 말린 것이고, 오매는 미성숙한 청매의 껍질을 벗겨 연기에 그을린 후 말려 검은색을 띠고 주름이 많다(4). 매실에는 Fe, Zn, Mg, Cu, Ca 등 다양한 무기물이 함유되어 있고 citric acid, malic acid, succinic acid, tartaric acid 등 각종 유기산들이 함유되어 있으며(3), 향기성분에는 약 50여종으로 주로 benzyl alcohol 등의 알코올류와 알데하이드류, acid류, ester류, ketone류 등으로 구성되어 있다

Received 9 April 2015; Accepted 25 June 2015

Corresponding author: Jeung Hee An, Division of Food Bioscience, Konkuk University, Chungju, Chungbuk 27478, Korea  
E-mail: anjhee@kku.ac.kr, Phone: +82-43-840-3584

\*These authors contributed equally to this work.

(5). 그러나 금매와 매실 잎의 구성성분에 대한 연구는 미비하다.

매실의 다양한 효능이 과학적으로 규명되면서 매실이 가지는 식품 및 약리학적 가치는 더욱 높아지고 있다. 지금까지 보고된 매실에 대한 연구는 피로회복(6), 간 기능 회복 및 위 소화촉진(7), 당뇨병 개선(8), 항암 작용(9), 항균 효과(10), 혈압상승 예방(11), 순환질환 예방(11), N-nitrosodimethylamine(NDMA)의 생성억제(12) 등이 보고되었다. 현재 금매는 시중에서 오매로 유통되고 있는 실정이나 본 연구에서는 청매를 써서 말린 매실이기 때문에 금매라고 하였다. 금매에 대한 연구로는 혈당 강하(13), urease 활성억제(14) 등이 보고되었으나 다양한 연구가 보고된 매실에 비해 금매와 매실 잎에 대한 연구는 미비한 상태이다.

이에 본 연구에서는 금매(金梅), 매화 잎을 열수 추출물, 냉수 추출물, 아세톤 추출물, 에탄올 추출물, 에틸아세테이트 추출물, 클로르포름 추출물, 헥산 추출물로 조제하여 총 페놀, 플라보노이드 및 탄닌 함량 측정과 DPPH, ABTS 라디칼 소거능, 환원력과 SOD 유사 활성을 측정하였으며 폐정상세포인 L-132 세포내에서 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>에 의한 산화적 스트레스 유도 후 세포보호 효과를 측정하고 종양 억제능을 평가하여 금매와 매화 잎의 항산화 능력 및 항암 작용 등 기능성식품소재로서의 개발 가능성을 알아보고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에서는 매화나무의 열매를 써서 말린 금매를 전남 순천에서 구입하였고 매화 잎은 전남 구례군에서 초록색 띠는 것을 채취하여 동결건조(Ilshin Co., Yangju, Korea) 후 분쇄하여 사용하였다.

### 추출물 제조

본 실험에서의 사용된 추출물은 금매와 매화 잎의 건조시료를 각각 100 g씩 냉수, 아세톤, 에탄올, 에틸아세테이트, 클로르포름, 헥산에 10배수(v/w)로 혼합하여 실온에서 24 시간 진탕하여 여과하였다. 열수 추출물은 수직 환류냉각기가 부착된 추출 플라스크에 건조 시료 100 g과 증류수 10배수(v/w)를 가하여 고압 가열한 후 여과하였다. 여과한 추출물은 회전진공농축기(R-114, Buchi Co., Flawil, Switzerland)를 사용하여 농축시킨 후 감압 농축기로 남은 용매를 건조시키고 냉동고(-70°C)에 시료를 보관하여 사용하였다.

### 총 폴리페놀, 총 플라보노이드, 총 탄닌 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis(15)의 방법을 변형하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 gallic acid를 사용하였으며 추출물 100 g당 mg gallic acid equivalent(GAE, dry basis)로 함량을 산출하였다. 총 플라보노이드 함량은 Zhishen 등(16)의 방법을 응용하여 510 nm에

서 측정하였다. 표준곡선은 (+)-catechin hydrate(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여 검량선을 작성하였고 추출물의 총 플라보노이드 함량은 추출물 100 g당 mg (+)-catechin hydrate(CE, dry basis)로 나타냈다. 총 탄닌 함량은 Duval 등(17)의 방법으로 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며 tannic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 표준물질로 하였다. 총 탄닌 함량은 mg tannic acid equivalent(TAE)/100 g으로 나타냈다.

### DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH에 대한 수소공여 효과로 측정하는 라디칼 소거능은 Blois(18)의 연구 방법을 변형하여 측정하였다. 일정 농도로 희석된 시료에 0.2 mM DPPH solution(Sigma-Aldrich Co.)을 가하여 혼합 후 암소에서 30분간 반응 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능 결과 값은 추출물 첨가구와 무첨가구를 비교하여 백분율(%)로 나타내어 농도에 따른 DPPH 라디칼 소거능을 확인하였다.

### ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 Arano 등(19), Re 등(20)의 방법을 변형하여 사용하였다. 7 mM ABTS<sup>+</sup> 용액에 2.45 mM potassium persulfate를 혼합하여 암소에서 약 24시간 반응시킨 ABTS<sup>+</sup> solution을 시료와 혼합하여 암소에서 6분간 반응시켜 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과 값은 추출물 첨가구와 대조군을 비교하여 라디칼의 소거활성을 백분율(%)로 나타내었다.

### 환원력 측정

환원력은 시료에 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 6.6)와 1% potassium ferricyanide를 각각 혼합하여 50°C에서 20분 동안 반응시킨 후 1% trichloroacetic acid(w/v)를 가하여 원심분리 한 후 상정액에 증류수, 0.1% ferric chloride 용액을 넣어 700 nm에서 흡광도를 측정하였으며 L-ascorbic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 양성대조군으로 사용하여 나타내었다.

### 세포배양

L-132(human lung epithelial cell), BNLCL2(liver normal cell), A549(lung cancer cell), HeLa(cervical cancer cell), U87(human neuroblast cell) 세포주를 한국세포주은행(KCLB, Korea Cell Line Bank, Seoul, Korea)으로부터 분양받아 100 U/mL penicillin과 100 mg/mL streptomycin(GIBCO, Grand Island, NY, USA), 10%의 fetal bovine serum(HyClone, Logan, UT, USA)이 함유된 DMEM 배지(Welgene, Daegu, Korea)를 사용하여 37°C, 5% CO<sub>2</sub> 항온기에서 배양하였다.

**세포보호 효과 측정**

L-132 세포에 대한 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>에 의해 유도된 세포보호 효과를 측정하기 위해 MTT assay를 실시하였다. L-132 세포를 96 well plate에 5×10<sup>4</sup> cells/well로 분주하고, 37°C, 5% CO<sub>2</sub> incubator에서 24시간 동안 배양하였다. 다양한 농도의 시료를 첨가한 L-132 cell을 24시간 동안 배양 후, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(Daejung chemicals & Metals Co., Gyeonggi, Korea)를 2 mM의 농도로 첨가하여 30분간 처리하였다. 이 상태의 L-132 cell에 MTT solution(5 mg/mL, Sigma-Aldrich Co.)을 넣고 37°C에서 4시간 반응시켰다. 그 후 상등액을 제거하고 각 well에 200 µL의 dimethyl sulfoxide (DMSO)를 첨가하여 microplate reader(Biochrom Ltd., Holliston, MA, USA)로 540 nm에서 흡광도를 측정하였고, 세포보호 효과는 시료의 흡광도를 대조군의 흡광도에 대한 백분율로 나타내었다.

**항암활성(MTT assay)**

종양세포와 정상세포 5×10<sup>4</sup> cells/well로 분주된 96 well plate를 24시간 배양 후 시료를 처리하고 24시간을 배양한다. 그 후 각 well에 MTT 용액(5 mg/mL)을 첨가하고 4시간 동안 배양하였다. 그 후 배양액을 제거하고 생성된 formazan 결정을 DMSO에 용해시켜 ELISA reader를 이용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 측정된 흡광도는 생존하는 세포의 미토콘드리아 탈수소효소에 의해 MTT가 formazan으로 전환된 양을 나타내며 생존하는 세포수와 비례하다.

**통계처리**

본 연구에서 실험값에 대한 통계분석은 SPSS 18.0(SPSS

Inc., Chicago, IL, USA) program을 이용하여 분산분석(ANOVA)법을 실행하였으며, 실험군 간의 유의성은 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)으로 P<0.05 수준에서 유의적 차이를 검증하였다.

**결과 및 고찰**

**총 폴리페놀 및 플라노이드 함량**

금매와 매화 잎 추출물의 총 폴리페놀, 플라보노이드, 탄닌 함량은 Table 1과 같다. 총 폴리페놀 함량은 금매의 에탄올추출물(336.41 mg GAE/100 g)과 아세톤추출물(324.67 mg GAE/100 g)에서 가장 높은 함량을 보였고 두 추출물 간에는 유의적 차이는 없었다. 매화 잎은 에탄올, 냉수, 아세톤추출물 간의 유의적 차이가 나타나지 않았고 각각 523.90, 511.48, 511.48 mg GAE/100 g의 함량을 보여주었으며 헥산추출물(304.60 mg GAE/100 g)에 비해 높은 함량을 보였다. 추출물 용매에 따른 함량 차이는 용매의 극성에 따라 함량의 차이가 나타난다고 보고되었다(21). 또한 매실의 열수추출물은 20.157 mg GAE/100 g의 함량을 나타냈다(22). 본 연구에서 금매의 열수추출물은 291.28 mg GAE/100 g으로 매실보다 높은 함량을 보였다. 이는 추출 용매가 같더라도 가공방법에 따라 폴리페놀 함량이 다르다는 것을 보여주었다.

총 플라보노이드 함량은 금매 중에서 클로르포름추출물(111.91 mg CE/100 g)이 가장 높았으며 매화 잎의 아세톤추출물(148.62 mg CE/100 g), 에틸아세테이트(145.80 mg CE/100 g), 클로르포름(145.30 mg CE/100 g)은 세 추출물 간에 유의적 차이가 없었으며 냉수추출물(91.38 mg CE/100 g)보다 높은 함량을 보였다. 본 연구에서는 금매의 열수

**Table 1.** Comparison of total polyphenol, flavonoid, and tannin contents of various extract fraction of fruit and leave from *Prunus mume*

Sample	Extract fraction	Total phenolic (mg GAE <sup>1)</sup> /100 g)	Total flavonoid (mg CE <sup>2)</sup> /100 g)	Tannin (mg TAE <sup>3)</sup> /100 g)	Extraction yield (%)
Fruit	Hot water	291.28±4.81 <sup>b4)5)</sup>	87.76±2.63 <sup>d</sup>	78.05±1.72 <sup>d</sup>	28.50
	Water	266.89±26.67 <sup>bc</sup>	96.16±2.14 <sup>c</sup>	101.45±4.82 <sup>c</sup>	16.94
	Acetone	324.67±5.51 <sup>a</sup>	93.09±0.93 <sup>c</sup>	79.22±1.19 <sup>d</sup>	5.54
	Ethanol	336.41±23.58 <sup>a</sup>	87.69±1.15 <sup>d</sup>	111.88±2.56 <sup>b</sup>	28.48
	Ethyl acetate	236.22±20.12 <sup>c</sup>	99.41±1.56 <sup>c</sup>	182.38±3.21 <sup>a</sup>	1.22
	Chloroform	188.75±6.35 <sup>d</sup>	111.91±1.04 <sup>a</sup>	16.40±2.30 <sup>c</sup>	1.20
	Hexane	118.77±1.47 <sup>c</sup>	102.98±1.76 <sup>b</sup>	119.35±2.74 <sup>b</sup>	0.48
Leave	Hot water	420.38±25.28 <sup>b</sup>	102.37±1.27 <sup>d</sup>	125.51±8.09 <sup>d</sup>	11.00
	Water	511.48±21.51 <sup>a</sup>	91.38±1.11 <sup>c</sup>	124.88±6.22 <sup>d</sup>	1.02
	Acetone	511.48±21.51 <sup>a</sup>	148.62±4.62 <sup>a</sup>	201.50±6.68 <sup>b</sup>	4.07
	Ethanol	523.90±0.01 <sup>a</sup>	108.05±2.23 <sup>c</sup>	218.49±4.41 <sup>a</sup>	8.13
	Ethyl acetate	429.85±29.12 <sup>b</sup>	145.80±4.55 <sup>a</sup>	119.43±4.08 <sup>d</sup>	2.50
	Chloroform	437.20±16.40 <sup>b</sup>	145.30±5.96 <sup>a</sup>	177.78±8.72 <sup>c</sup>	2.50
	Hexane	304.60±4.60 <sup>c</sup>	127.36±0.64 <sup>b</sup>	128.82±8.35 <sup>d</sup>	2.22

1) Total phenolic content was expressed as mg/g gallic acid equivalent (GAE).  
 2) Total flavonoid content was expressed as mg/g catechin equivalent (CE).  
 3) Tannic acid content was expressed as mg/g tannic acid equivalent (TAE).  
 4) Each value is mean±SD of triplicate determinations (n=3).  
 5) Means with different letters (a-e) within a column are significantly different at P<0.05.

추출물(87.76 mg CE/100 g)의 플라보노이드 함량이 기준에 보고된 매실의 열수추출물(30.247 mg CE/100 g)보다 2.9배 높게 나타났다(22).

탄닌 함량은 금매에서 에틸아세테이트추출물의 함량이 182.38 mg TAE/100 g으로 가장 높았고 매화 잎에서는 에탄올추출물의 함량이 218.49 mg TAE/100 g으로 가장 높았다. 아마란스 종자(23)의 열수추출물의 탄닌 함량은 51.1 mg TAE/100 g으로 보고되었으나 본 연구 결과 금매(78.05 mg TAE/100 g)와 매화 잎(125.51 mg TAE/100 g)의 열수추출물이 각각 1.5배, 2.5배 더 높은 함량을 보였다.

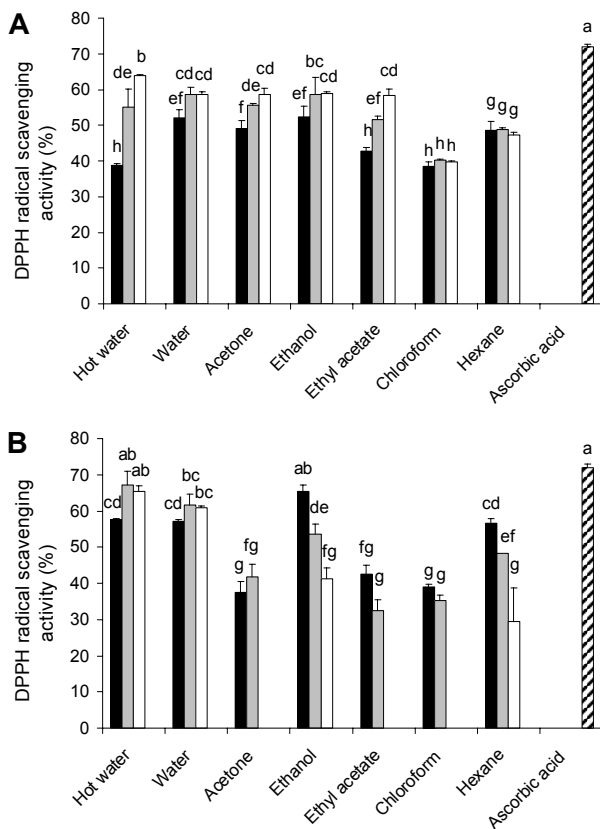
추출수율은 금매의 에탄올추출물에서 28.48%로 가장 높았고 폴리페놀 함량(336.41 mg GAE/100 g)도 가장 높았다. 매화 잎은 열수추출물에서 11%의 추출수율을 보였으며 폴리페놀 함량은 420.38 mg GAE/100 g으로 높은 함량을 보였다. 추출수율과 폴리페놀 함량이 높은 금매의 에탄올추출물, 매화 잎의 열수추출물은 기능성식품 소재 개발로 이용 가능성이 있을 것으로 사료된다.

**DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능의 변화**

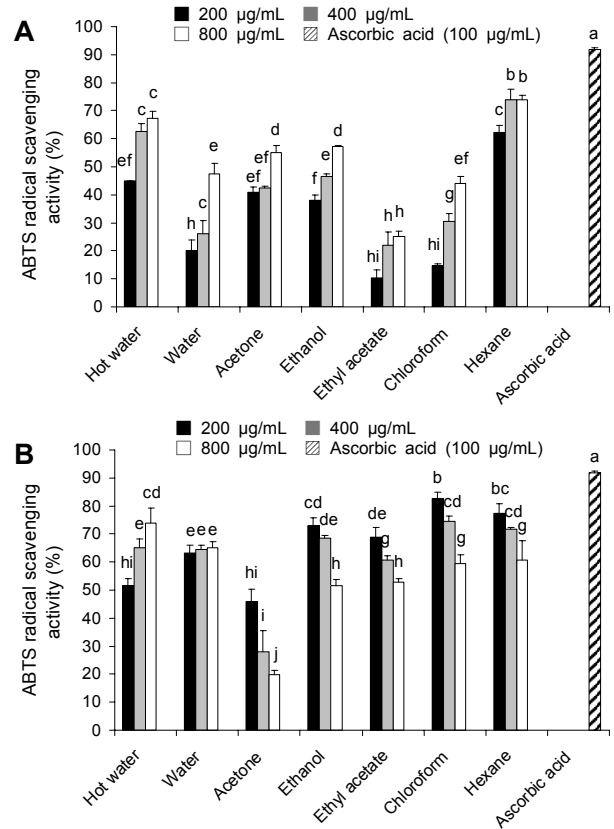
DPPH 라디칼 소거능 결과는 Fig. 1과 같다. 금매의 DPPH 라디칼 소거능은 열수, 냉수, 아세톤, 에탄올, 에틸아

세테이트 추출물에서 농도가 증가함에 따라 유의적으로 라디칼 소거 억제 작용이 증가됨을 보였다. 금매의 라디칼 소거능은 800 µg/mL 농도의 열수추출물에서 64%의 가장 높은 활성을 보여주었다. 매화 잎은 농도가 증가하여도 활성의 증가는 나타나지 않았다. 매화 잎의 200 µg/mL 농도에서 추출물 간의 활성은 에탄올추출물(65.48%)에서 가장 높은 활성을 보였다. 농도 간 활성의 변화가 없는 이유는 엽록소 및 지질 등의 비극성 성분을 제거하지 않고 활성을 측정했기 때문에 간섭반응이 일어난 것으로 보인다(24,25).

ABTS 라디칼 소거활성의 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 금매의 ABTS 라디칼 소거활성은 농도가 증가함에 따라 활성이 높아짐을 보였으며 800 µg/mL의 농도에서 추출물 간의 활성은 핵산추출물에서 73.96%로 가장 높은 활성을 보였다. 매화 잎은 200 µg/mL 농도에서 추출물 간의 활성을 비교한 결과 클로로포름(82.78%)이 가장 높은 활성을 보였으며 에탄올추출물은 77.30%의 활성을 나타냈다. 오매의 에탄올추출물은 500 µg/assay(123.76 ppm)에서 ABTS 라디칼 소거능이 84.19%의 활성을 보였고(26) 오미자, 모과와 매실을 혼합한 매실 혼합물은 500 µg/mL 농도에서 86.73%를 나타냈다(22). 본 실험에서의 매화 잎은 오매와 매실 혼합물보다 더 낮은 농도에서 높은 ABTS 소거활성을



**Fig. 1.** DPPH scavenging activities in fruit extracts (A) and leaf extracts (B) from *Prunus mume* compared to ascorbic acid. Values with different letters above the bars were significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Each value is mean  $\pm$  SD (n=3).



**Fig. 2.** ABTS scavenging activities of fruit extracts (A) and leaf extracts (B) from *Prunus mume* compared to control. Values with different letters above the bars were significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Each value is mean  $\pm$  SD (n=3).

보여주었다.

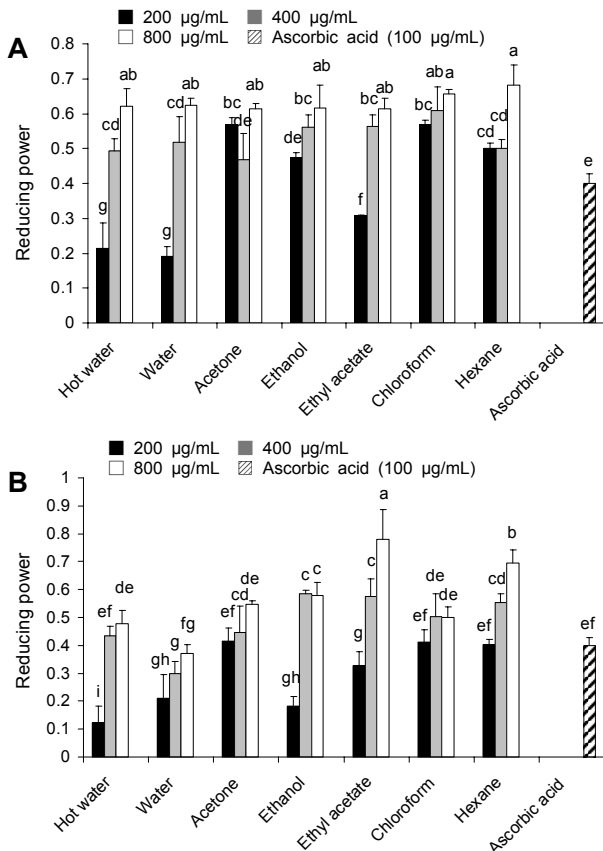
항산화 활성은 폴리페놀 함량 및 플라보노이드의 상관관계가 있다고 알려져 있으므로(27) 본 연구에서도 DPPH 라디칼 소거능과 ABST 라디칼 소거능이 총 폴리페놀과 관련성이 있는 것으로 보인다.

**환원력 측정**

금매와 매화 잎의 환원력은 Fig. 3에 나타났다. 100 µg/mL에서의 ascorbic acid의 환원력은 0.399였다. 금매는 농도가 증가할수록 유의적으로 환원력이 증가함을 보였으며 800 µg/mL 농도에서 핵산추출물(0.681)과 클로르포름추출물(0.656)이 가장 우수했고 다른 추출물들은 0.612~0.623의 환원력을 나타냈다. 매화 잎은 농도가 증가할수록 환원력이 유의적으로 증가하였고 800 µg/mL의 에틸아세이트(0.781)에서 가장 높은 활성을 보였다. 1,000 µg/mL 농도에서의 현미의 홍진주버와 흑광벼의 에탄올추출물은 각각 0.51, 0.25의 환원력을 보여(28) 본 연구의 금매와 매화 잎의 환원력이 더 우수한 것으로 보인다.

**L-132 세포의 산화적 손상에 대한 보호 효과**

L-132 세포의 산화적 손상에 대한 보호 효과는 Fig. 4에

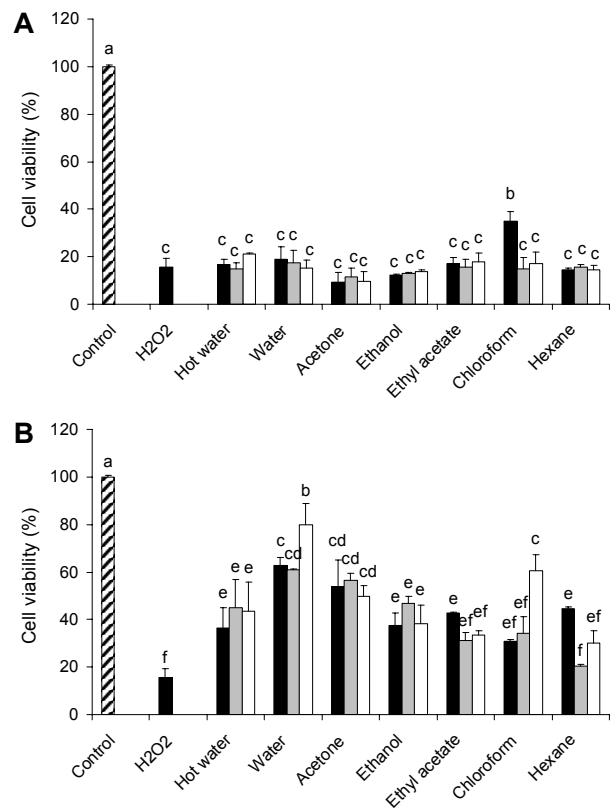


**Fig. 3.** Reducing power of fruit extracts (A) and leaf extracts (B) from *Prunus mume* compared to control. Values with different letters above the bars were significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Each value is mean±SD (n=3).

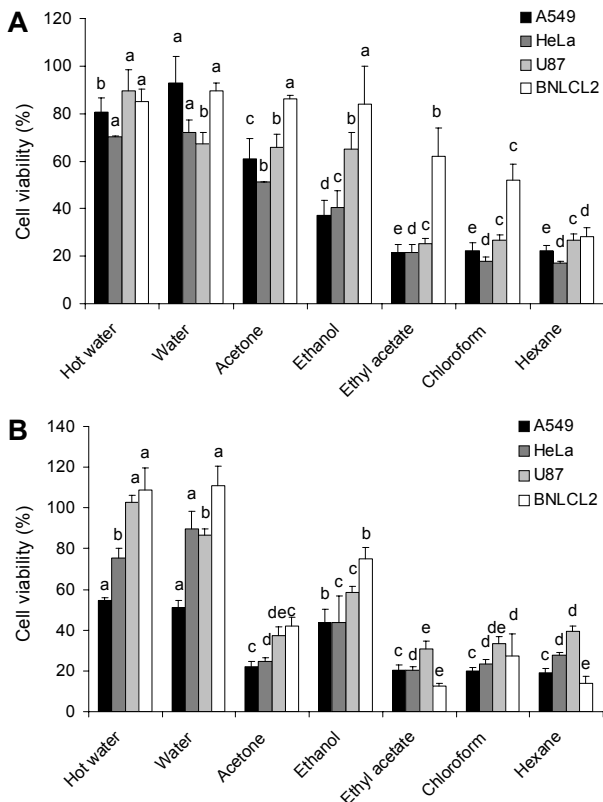
나타냈고 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>에 의해 L-132 세포 생존율은 15.71%로 감소하였다. 금매의 산화적 손상에 대한 보호 효과는 없는 것으로 보였으나 매화 잎의 보호 효과는 200 µg/mL 농도의 냉수추출물(64.05%)에서 가장 높은 보호 효과를 보였고 두 번째로 클로르포름추출물(44.88%)에서도 높은 효과를 나타냈으며 200 µg/mL 농도에서 두 추출물을 제외한 다른 추출물들도 최소 14~34%의 세포보호 효과를 보였다. 본 연구에서 매화 잎은 폴리페놀의 함량이 모든 추출물에서 높았던 것으로 보아 폴리페놀 성분이 세포내 산화적 스트레스에서 보호 효과를 보인 것으로 사료된다. L-132 세포의 산화적 손상에 대한 보호 효과에서 500 µg/mL 농도의 아마란스 종자의 메탄올추출물은 31.2%를 나타냈다(23). 이와 비교했을 때 매화 잎의 냉수와 클로르포름추출물의 보호 효과가 더 우수함을 알 수 있었다.

**항암활성**

각 추출물을 100 µg/mL 농도에서 A549(lung cancer cell), HeLa(cervical cancer cell), U87(human neuroblast



**Fig. 4.** Protective effects of fruit and leaf extracts from *Prunus mume* on cell viability against H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> induced oxidative damage in L-132 cells. Cell viability was measured by MTT assay. Cells were incubated for 24 h before the addition H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Oxidative damage was induced with 2 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> for 30 min. A: extracts from fruit in *Prunus mume*, B: extracts from leaf in *Prunus mume*. Values with different letters above the bars were significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Each value is mean±SD (n=3).



**Fig. 5.** Cell viability in fruit extracts (A) and leaf extracts (B) from *Prunus mume*. Values with different letters above the bars were significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Each value is mean $\pm$ SD ( $n=3$ ).

cell)에 대한 항종양 억제활성과 정상세포에서(BNLCL2) 시료 추출물의 독성을 평가하였다(Fig. 5).

금매 추출물 중 에틸아세테이트, 클로르포름, 헥산, 에탄올 추출물이 높은 종양 억제능을 나타냈고 열수, 냉수 추출물은 낮은 종양 억제능을 보였다. 금매의 에틸아세테이트 추출물은 A549, HeLa, U87에서 각각 78.40%, 78.42%, 74.60%의 높은 종양 억제능을 보였으며 클로르포름 추출물은 각각 77.55%, 82.28%, 73.39%의 억제능을 나타냈고 헥산 추출물의 A549, HeLa, U87에서 77.86%, 82.82%, 73.25%의 종양 억제능을 보였다. 에탄올추출물은 A549와 HeLa에서 각각 63.81%, 59.40%의 억제능이 나타났다. 정상세포(BNLCL2)에서 에틸아세테이트, 클로르포름, 헥산 추출물은 각각 62.18%, 52.18%, 28.18%의 낮은 세포 생존율을 보여 정상세포에 대해 독성을 나타냈다. 그러나 에탄올 추출물은 89.19%의 생존율을 보여 종양세포에서만 선택적으로 종양 억제능을 보였고 정상세포에서는 독성을 나타내지 않았다.

매화 잎의 항암활성은 아세톤, 에틸아세테이트, 클로르포름, 헥산, 에탄올 추출물에서 높은 억제능을 보였다. 아세톤, 에틸아세테이트, 클로르포름, 헥산, 에탄올 추출물의 폐암세포(A549) 억제능은 56.38~81.05%였고 자궁 경부암세포(HeLa) 억제능은 56.37~79.47%로 나타났으며 뇌종양 세

포(U87)는 73.25~74.60%의 높은 억제능을 보였다. 금매와 같이 매화 잎의 아세톤, 에틸아세테이트, 클로르포름, 헥산 추출물에서도 간 정상세포에 대한 독성은 각각 12.52~27.16%의 독성을 보였다. 그러나 에탄올추출물은 간 정상세포(BNLCL2)에서 80.12%의 생존율을 보였다. 천연에서 추출된 항암활성 물질들이 정상세포에서도 독성을 보이기 때문에 항암 작용을 가져도 신약 개발을 할 수 없다. 그러나 본 연구에서는 금매와 매화 잎의 에탄올추출물이 종양세포에서 항암활성을 가지면서 정상세포에서 안정된 결과를 보여 항암성을 갖는 기능성소재로서의 가능성을 보여주었다.

## 요 약

본 연구는 금매와 매화 잎의 열수, 냉수, 아세톤, 에탄올, 에틸아세테이트, 클로르포름, 헥산 추출물의 총 폴리페놀, 플라보노이드, 탄닌 함량을 측정하고 DPPH와 ABTS 라디칼 소거활성, 환원력을 측정하였으며 세포보호 효과 및 항암활성을 분석하였다. 총 폴리페놀 함량은 금매와 매화 잎의 에탄올추출물에서 각각 336.41과 523 mg GAE/100 g의 가장 높은 함량을 보였다. 총 플라보노이드와 탄닌 함량은 금매보다 매화 잎이 전체적으로 높은 함량을 나타냈다. DPPH 라디칼과 ABTS 소거능에서는 금매의 농도가 증가함에 따라 활성이 증가하였다. 매화 잎 에탄올추출물은 200  $\mu$ g/mL 농도에서 DPPH 라디칼 소거능이 65.48%로 가장 높았고 ABTS 라디칼 소거능에서는 매화 잎의 전 추출물에서 높은 활성을 보여주었다. 환원력에서는 금매와 매화 잎의 농도가 증가함에 따라 활성이 증가하였다.  $H_2O_2$ 에 의해 유도된 산화적 손상에 대한 세포의 보호 효과에서 금매는 보호 효과가 나타나지 않았으나 매화 잎의 전 추출물에서 보호 효과를 보였다. 금매와 매화 잎은 에틸아세테이트, 클로르포름, 헥산, 에탄올 추출물에서 A549, HeLa, U87 세포의 높은 종양 억제능을 보였으나 에틸아세테이트, 클로르포름, 헥산 추출물은 간 정상세포(BNLCL2)에서 세포 독성을 보였으나 에탄올추출물만 간 정상세포에서 안정한 세포 생존율을 보였다. 본 연구의 결과, 금매와 매화 잎의 추출물에서 높은 항산화력은 폴리페놀 함량이 밀접하게 관련한 것으로 보인다. 본 연구에서는 금매와 매화 잎의 추출물은 항산화와 항암 기능성식품 소재로서의 개발 가능성이 있다고 보인다.

## 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림수산식품기술기획평가원 고부가 식품기술개발 사업(112123-3)에 의해 이루어진 것임.

## REFERENCES

1. Kim MJ, Lee SP, Choi JH, Kwon SH, Kim HD, Bang MH, Yang SA. 2013. Characteristics of fermented dropwort extract and vinegar using fermented dropwort extract and its

- protective effects on oxidative damage in rat glioma C6 cells. *Korean J Food Sci Technol* 45: 350-355.
2. Lee EK, Kwon WY, Lee JW, Yoon JA, Chung KH, Song BC, An JH. 2014. Quality characteristics and antioxidant activity of vinegar supplemented added with *Akebia quinata* fruit during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1217-1227.
  3. So DY. 2013. Study on components by cultivars and characteristics of fermentation solution by maturation condition in *Prunus mume*. *PhD Dissertation*. Konkuk University, Seoul, Korea.
  4. Shin SC. 1995. Changes in components of ume fruit during development and maturation. *J Oriental Bot Res* 8: 259-264.
  5. Jeon BB. 2008. The study about analytical method of aroma compounds in Japanese apricot flower. *MS Thesis*. Yonsei University, Seoul, Korea.
  6. Kameoka H, Kitagawa C. 1976. The constituents of the fruits of *Prunus mume* Sieb. et Zucc. *Nippon Nogei Kogaku Kaishi* 50: 389-393.
  7. Sheo HJ, Lee MY, Chung DL. 1990. Effect of *Prunus mume* extracts on the gastric secretion in rats and carbon tetrachloride induced liver damage of rabbits. *J Korean Soc Food Nutr* 19: 21-26.
  8. Sheo HJ, Ko EY, Lee MY. 1987. Effects of *Prunus mume* extract on experimentally alloxan induced diabetes in rabbits. *J Korean Soc Food Nutr* 16: 41-47.
  9. Bae JH, Kim KJ, Kim SM, Lee WJ, Lee SJ. 2000. Development of the functional beverages containing the *Prunus mume* extracts. *Korean J Food Sci Technol* 32: 713-719.
  10. Lee HA, Nam ES, Park SI. 2003. Effect of maesil (*Prunus mume*) juice on antimicrobial activity and shelf-life of wet noodle. *Korean J Food Culture* 18: 428-436.
  11. Lim JW. 1999. Studies on the antibacterial and physiological activities of *Prunus mume*. *MS Thesis*. Kyung Hee University, Suwon, Korea.
  12. Choi SY, Chung MJ, Shin JH, Kim HJ, Sung NJ. 2002. Effect of green tea (*Camellia sinensis*) and maesil (*Prunus mume*) extracts on endogenous formation of N-nitrosodimethylamine. *Korean J Food & Nutr* 15: 16-22.
  13. Ko BS, Park SK, Choi SB, Jun DW, Jang JS, Park S. 2004. Hypoglycemic effects of crude extracts of *Prunus mume*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 951-957.
  14. Park CE, Park CH. 2013. Ursolic acid isolated from Mume Fructus inhibits urease activity of *Helicobacter pylori*. *Korean Chem Eng Res* 51: 591-596.
  15. Singleton VL, Rossi Jr JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic* 16: 144-158.
  16. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64: 555-559.
  17. Duval B, Shetty K, Thomas WH. 2000. Phenolic compounds and antioxidant properties in the snow alga *Chlamydomonas nivalis* after exposure to UV light. *J Appl Phycol* 11: 559-566.
  18. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
  19. Arnao MB, Cano A, Acosta M. 2001. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chem* 73: 239-244.
  20. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.
  21. Yun YS, Jeong KS. 2012. Polyphenol contents of *Rumex crispus* root extract with hot water and its antioxidative effect. *J Environ Sci* 21: 1265-1274.
  22. Park SR, Trishina D, Kim DS, Jo JE, Kim DH, Lim BO. 2013. Antioxidant and antibacterial activities of tea from a *Prunus mume* mixture. *J Korean Tea Society* 19: 69-75.
  23. Jo HJ, Chung KH, Yoon JA, Song BC, An JH. 2014. Free radical-scavenging activities of amaranth (*Amaranthus* spp. L.) seed extracts. *Food Eng Prog* 18: 116-123.
  24. Lee DS, Lim MS, Kwan SS, Kim SY, Park SN. 2012. Antioxidative activity and componential analysis of *Chamaecyparis obtusa* leaf extract. *Appl Chem Eng* 23: 93-99.
  25. Lee EK, Kwon WY, Lee JW, Yoon JA, Chung KH, Song BC, An JH. 2014. Quality characteristics and antioxidant activity of vinegar supplemented added with *Akebia quinata* fruit during fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 1217-1227.
  26. Jeon YH, Kwon JE, Kim MR. 2010. Study on antioxidant and cytotoxic activities in ethanol extract from *Prunus mume*. *J East Asian Soc Dietary Life* 20: 751-758.
  27. Park YS. 2002. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of medicinal herb extracts. *J East Asian Soc Dietary Life* 12: 23-31.
  28. Kim DJ, Oh SK, Yoon MR, Chun AR, Hong HC, Lee JS, Kim YK. 2010. Antioxidant compounds and antioxidant activities of the 70% ethanol extracts from brown and milled rice by cultivar. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 467-473.