

매실 과육성분의 분석

이오규* · 이학주* · 신유수** · 안윤경*** · 조현진* · 신현철**** · 강하영*†

*국립산림과학원 화학미생물과, **국립작물과학원,
한국기초과학지원연구원 서울분소, *국립산림과학원 남부산림연구원

Quantitative Analysis of The Fruit Flesh of *Prunus mume* Siebold & Zuccarni.

Oh Kyu Lee*, Hak Ju Lee*, Yu Su Shin**, Yun Gyong Ahn***, Hyun Jin Jo*,
Hyeon Cheol Shin****, and Ha Young Kang*†

*Div. Wood Chemistry & Microbiology, Korea Forest Research Institute, Seoul, Korea.

**National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon, Korea.

***Hazardous Substance Research Team, Korea Basic Science Institute, Seoul, Korea.

****Southern Forest Research Center, Korea Forest Research Institute, Jinju, Korea.

ABSTRACT : The fruit flesh of four *Prunus mume* cultivated varieties, *P. mume* ‘Nanko’, *P. mume* ‘Viridicalyx’, *P. mume* ‘Baigo’, *P. mume* var. *microcarpa* ‘Koshusaisho’ Siebold & Zuccarni, were ground and extracted with ethyl acetate and their chemical components were analyzed by GC/MS-SIM. In the ten compounds which was used for the calibration, maleic anhydride, citraconic anhydride, 5-hydroxymethylfurfural, vanillin, linoleic acid, ethyl linoleate, and squalene were determined in all the four cultivated varieties. However, palmitic acid was detected only in *P. mume* var. *microcarpa* ‘Koshusaisho’. Isopropyl palmitate was found only in *P. mume* ‘Baigo’ and var. *microcarpa* ‘Koshusaisho’, while stearic acid was determined in *P. mume* ‘Nanko’, ‘Viridicalyx’, and var. *microcarpa* ‘Koshusaisho’. In the variation of quantities, maleic anhydride was contained 245.4, 153.6, 20.1, and 2.7 ppm in *P. mume* ‘Baigo’, ‘Nanko’, var. *microcarpa* ‘Koshusaisho’, and ‘Viridicalyx’, respectively. Citraconic anhydride was also contained 637.4, 543.1, 150.7, and 38.7 ppm in *P. mume* ‘Baigo’, ‘Nanko’, var. *microcarpa* ‘Koshusaisho’, and ‘Viridicalyx’, respectively. The amounts of stearic acid were 105.5, 64.4, and 32.3 ppm in *P. mume* var. *microcarpa* ‘Koshusaisho’, ‘Viridicalyx’, and ‘Nanko’, respectively. Squalene was found in amounts of 7.6, 1.7, 1.0, and 0.5 ppm in *P. mume* var. *microcarpa* ‘Koshusaisho’, ‘Baigo’, ‘Nanko’, and ‘Viridicalyx’, respectively. The amounts of other minor compounds also were varied in the *P. mume* cultivated varieties.

Key Words : *Prunus mume*, GC/MS, SIM, Quantitative analysis, Squalene

서 언

매실은 장미과 (Rosaceae)에 속하는 매화나무 (*Prunus mume*)의 열매로 예로부터 한국, 일본, 중국 등에서 식음료의 재료로 사용되고 있으며, 다양한 증상의 치료제로도 사용되어 왔다. 특히, 한방에서 매실은 당뇨병 치료제 또는 구충, 해독제로 사용되고 있으며, 민간에서는 고혈압, 설사, 정혈작용 등에 효과가 있다고 알려져 있다. 최근에는 매실 추출물이 건강식품 보조제 등의 다양한 용도로 사용되고 있다. 이러한 매실의 용도범위는 현대인들의 건강유지에 대한 인식이 줄어들지 않는 한 더욱 확대될 것으로 예측된다.

최근에는 같은 *Prunus*속 식물인 야생복숭아 (*Prunus persica*)의 Ethyl acetate 추출물이 우수한 항산화 및 항염증

효과를 나타냈다는 연구 (Cha & Lee, 2004)와 더불어 매실의 다양한 생리활성 연구들이 수행되었고, 그 결과 매실은 항균, 항알레르기, 항산화 작용 등의 작용이 있다고 밝혀졌으며 현재에도 많은 관련 연구들이 진행되고 있다. 매실 추출물에 관한 최근 연구들은 혈당 강하 (Ko *et al.*, 2004), 과다 위액 분비 억제와 간 기능 회복 (Sheo *et al.*, 1990), 긴장 완화 (Ina *et al.*, 2004), 항균 작용 (Kim *et al.*, 2003; Bae *et al.*, 2003) 등에 집중되어 있다. 이러한 생리활성 작용은 매실 추출물의 성분과 깊은 관련이 있을 것으로 사료된다. 이들 성분들의 상당수는 향기 성분 또는 정유 성분으로 알려져 있으며, 이러한 식물 추출 성분 분석을 위해서 널리 사용되는 방법은 GC 또는 GC/MS이다 (Kim *et al.*, 1998, Cho *et al.*, 2003, Jeong & Lim, 2004).

†Corresponding author: (Phone) +82-2-961-2746 (E-mail) hakang@foa.go.kr

Received August 22, 2006/ Accepted May 30, 2007

매실의 성분에 관한 연구에서, Kwon *et al.* (1990)은 GC와 MS를 이용하여 72종의 매실 향기 성분을 측정 보고하였다. 매실 과즙 성분으로 Mumefural, Furfuryl alcohol, Citric acid 및 Malic acid가 혈액순환을 개선 시켜주는 물질로 보고되었다 (Chuda *et al.*, 1999). 또한, 매실 추출물 성분 중 Benzyl glucoside와 Chlorogenic acid는 긴장완화 작용이 있다고 보고되었다 (Ina *et al.*, 2004). 매실의 Methanol 추출물에서 Trimethyl citrate, Dimethyl citrate가 측정되었고(Miyazawa *et al.*, 2003), Bae *et al.* (2003) 매실 유래의 Hexanedioic acid와 Trimethyl citrate가 항균작용이 있다고 보고하였다. Zanguo & Jiuru (2002)는 매실 추출성분으로써 Oxalic acid, Tartaric acid, Malic acid, Vitamin C, Citric acid, Succinic acid 등을 보고하였다. Chen *et al.* (1986)은 매실로부터 181종의 휘발성 성분을 보고하였는데, 대부분이 방향성물질 (Aromatics), Monoterpenes, Acids, Aliphatic aldehydes, Alcohol 종류들이었다. GC/MS를 이용한 정성적 매실 향기성분 분석에서는, 약 72종류의 성분이 보고되었고 주 성분은 Hexadecanoic acid, Benzaldehyde, Benzyl alcohol이었다 (Kwon *et al.* 1990). 그리고, 본 연구의 저자들이 수행한 예비 실험에서 매실 과육의 Ethyl acetate 추출물 성분을 GC/MS를 이용하여 정성 분석한 결과, Maleic anhydride, Citraconic anhydride, 3,5-Dimethylbenzaldehyde, 5-Hydroxymethylfurfural, Palmitic acid, Linoleic acid, Stearic acid, Squalene 등 약 30종의 성분이 측정되었다. 이와 같이, 매실 성분에 대한 많은 연구가 행하여져왔고 다양한 매실의 생리활성이 알려져 왔으나, 주로 정성적 분석 방법에 제한되었고 그 성분에 대한 정량 분석이나 매실 품종간의 성분 비교에 대한 연구는 그다지 많지 않았다. 본 연구에서는, 매실 과육 성분 중 표준품을 구할 수 있는 10개의 성분을 대상으로 고도의 정밀도로 정량 분석할 수 있는 GC/MS-SIM 방법으로 분석하였고 이와 병행하여 매실 품종 간의 성분 차를 비교하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

1. 공시재료

2005년 6월에 경상남도 진주에서 채취한 무 처리 상태의 신선한 남고 (*Prunus mume* 'Nanko'), 청축 (*Prunus mume* 'Viridicalyx'), 매향 (*Prunus mume* 'Baigo'), 감주최소 (*Prunus mume* var. *microcarpa* 'Koshusaisho')를 시험 대상으로 하였다.

2. 시료처리

매실의 씨앗을 제거한 후, 각 시료 85 g 썩을 50 mL의 증류수와 혼합하여 믹서로 분쇄하고 과육을 가라앉히기 위해 1 시간 동안 정치했다. 정치 후 각각의 시료를 여과깔대기를 이용하여 과육을 제거한 후 40 mL의 수용액상 시료를 250 mL

분액 깔대기에 넣고 에틸아세테이트 (Ethyl acetate: EtOAc)를 이용하여 3회 반복 액상 분리하였다. EtOAc 분획분을 40°C에서 rotary evaporator로 감압 농축하고 0.1 mL의 메틸렌클로라이드 (Methylene chloride)에 용해시켜 GC/MS-SIM을 위한 시료로 하였다.

3. GC/MS-SIM

전 항에 언급된 각각의 농축 분을 한국기초과학지원연구원 서울분소에서 GC/MS로 분석하였다. 사용된 GC/MS의 구성은 Agilent 6890GC (Autoinjector 장착)에 Agilent 5973MSD (Mass selective detector, Quadropole)가 장착된 GC/MS였다. Carrier gas로는 헬륨가스가 1.0 mL/min의 유속으로 사용되었고 GC/MS 컬럼은 DB-5 (J&W 122-5532, 30 m 길이, 250 μ m 직경, 0.25 μ m 두께)이고, 오븐온도 스케줄은 최초 60°C으로 시작하여 5분 지속 시킨 후 최종 온도인 280°C까지 분당 10°C씩 단계적으로 상승시킨 후 최종 온도에서 5분간 유지시켜 분석시간 (Run time)이 32분이 되도록 하였다. Mass 분석을 위한 이온화 방식은 70 eV에서 Electron Impact (E. I.)가 사용되었다. 정량 분석 시의 측정 오류를 유발 할 수 있는 스펙트럼의 베이스 라인 및 피크의 중복 등을 제거한 보다 정밀한 GC/MS 정량분석을 위해 Selected Ion Monitoring (SIM) mode를 사용하였다.

4. 표준품, 내부 표준물질의 조제 및 정량선 작성

정량분석을 위한 표준품은 Maleic anhydride (Aldrich), Citraconic anhydride (Aldrich), 5-Hydroxymethylfurfural (Aldrich), Vanillin (Aldrich), Palmitic acid (Aldrich), Isopropyl palmitate (Aldrich), Stearic acid (Aldrich), Linoleic acid (Sigma), Ethyl linoleate (Fluka), Squalene (Sigma) 등의 10개 성분이고, 내부 표준물질 (Internal standard)로는 Phenanthrene-*d*₁₀ (Supelco)이 사용되었다. 이들 11개 물질의 화학 구조는 Fig. 1과 같다. 정량에 사용된 용액의 제조를 위해, 먼저 10개 표준품을 각각 1000 μ g/L의 농도로 Methylene chloride에 혼합하였다. 그리고, 그 표준품 혼합용액과 내부 표준물질을 섞어 표준

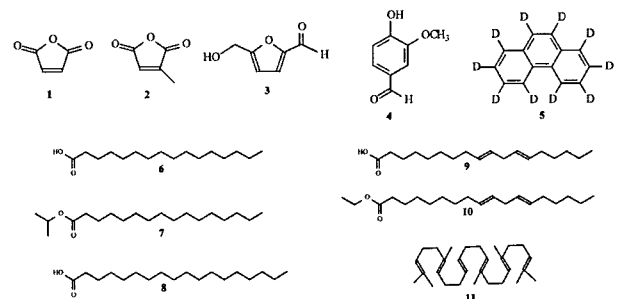


Fig. 1. Structures of the compounds (1-11); Compound 5 is the internal standard.

Table 1. GC/MS-SIM and calibration parameters for the standard compounds

Standard Compounds	t _R [†] (min)	Qualifier Ion (m/z)	Confirm Ion (m/z)	Calibration equation	Correlation Coefficient (R ²)	Linear Range (ppm)
Maleic anhydride	4.37	54	98	y = 0.1433x - 0.0315	0.997	0.1 - 20
Citraconic anhydride	6.84	39	68	y = 0.2843x - 0.0293	0.998	0.02 - 20
5-Hydroxymethyl furfural	12.52	97	126	y = 0.2664x - 0.9483	0.999	1 - 200
Vanillin	15.10	151	81	y = 0.5175x - 0.2034	0.996	0.02 - 20
Phenanthrene-d10 [‡]	19.70	188				20
Palmitic acid	21.36	73	57	y = 0.0562x - 0.0284	0.996	0.1 - 20
Isopropyl palmitate	21.99	43	256	y = 0.7580x - 0.2390	0.998	0.02 - 20
Stearic acid	23.00	43	73	y = 0.0184x - 0.0043	0.993	0.1 - 10
Linoleic acid	23.29	67	81	y = 0.7701x - 0.1648	0.997	0.02 - 10
Ethyl Linoleate	23.56	55	69	y = 0.1405x - 0.0309	0.995	0.02 - 10
Squalene	28.89	69	81	y = 0.9909x - 0.4211	0.993	0.02 - 20

[†] Retention time

[‡] Internal standard

품의 농도가 0.02-200 µg/L의 범위에서 8개가 되도록 하였다. 위의 농도는 표준품 혼합용액(또는 희석시킨 표준품 혼합용액) 20 µL과 내부 표준물질(1 µg/mL) 80 µL를 합하여 조제되었다. GC/MS를 위한 각 용액의 Injection volume은 1 µL였다. 내부 표준물질과 섞인 이들 8개 농도에 대한 혼합용액의 측정치를 각 표준품에 대한 정량선 (Calibration curve) 작성에 사용하였다. 성분 식별은 표준품과 측정성분의 Retention time, Ion fragmentation, Specific ion mass를 비교하여 이뤄졌다.

결과 및 고찰

Table 1에서와 같이, GC/MS-SIM mode를 이용한 측정 성분의 Selected ion group들과 Retention time을 선별 및 측정 한 결과, 중복되는 항목이 없이 각 성분을 명확히 구분하여 측정 할 수 있었으며 정량선의 상관계수 (R²) 또한 모두 0.99 이상의 높은 상관계수를 보였다. Fig. 2는 정량선 작성을 위해 측정된 표준품과 내부 표준물질 혼합물 GC/MS TIC (Total Ion Chromatogram)의 한 예이다. 여기에서 보이는 바와 같이, 성분들의 농도가 같다고 하더라도 그 피크면적은 차이를 보인다. 이러한 현상은 기기를 이용한 성분 측정에서는 일반적인 일이며, 원인은 다른 화학구조를 가진 각 성분들이 Detector에 대하여 다른 반응 강도를 갖기 때문이다. 그리고, Fig. 3은 GC/MS-SIM mode를 이용하여 정량을 방해할 수 있는 Base line이나 피크들을 대부분 제거할 수 있었다. 측정 대상 성분에 대한 정량 분석 결과는 Table 2와 같다. 그 결과, 갑주최소 (*P. m. var. microcarpa* 'Koshusaisho')에서는 10개의 모든 성분이 측정되었고, 남고 (*P. m.* 'Nanko'), 청축 (*P. m.* 'Viridicalyx'), 매향 (*P. m.* 'Baigo')에서는 8개의 성분이 측정되었다. 그리고 성분 별로 살펴볼 때에는, Maleic anhydride, Citraconic anhydride, 5-Hydroxymethylfurfural, Vanillin,

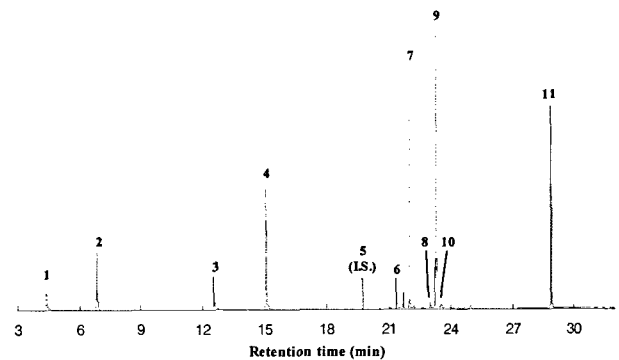


Fig. 2. Total ion chromatogram (TIC) of the standard solution in SIM mode (50 ppm).

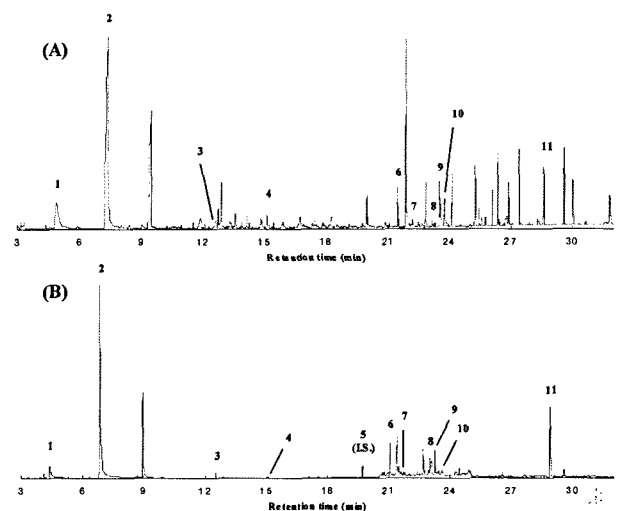


Fig. 3. Total ion chromatograms (TIC) in GC-MS scan mode (A) and SIM mode (B) from the ethyl acetate extract of *P. mume* var. *microcarpa* 'Koshusaisho'.

Peak Identities: 1. Maleic anhydride, 2. Citraconic anhydride, 3. 5-Hydroxymethylfurfural, 4. Vanillin, 5. Phenanthrene-d₁₀, 6. Palmitic acid, 7. Isopropyl palmitate, 8. Stearic acid, 9. Linoleic acid, 10. Ethyl linoleate, 11. Squalene.

Table 2. Amounts (ppm) of the compounds in the EtOAc extracts of *P. mume* varieties determined by GC/MS-SIM

Compounds	<i>Prunus mume</i>			
	'Nanko'	'Viridicalyx'	'Baigo'	var. <i>microcarpa</i> 'Koshusaisho'
Maleic anhydride	153.6	2.7	245.4	20.1
Citraconic anhydride	543.1	38.7	637.4	150.7
5-Hydroxymethyl furfural	4.2	3.6	3.7	3.7
Vanillin	0.7	0.4	0.5	0.5
Palmitic acid	-	-	-	6.5
Isopropyl palmitate	-	-	0.5	0.6
Stearic acid	32.3	64.4	-	105.5
Linoleic acid	7.5	1.1	7.3	1.3
Ethyl linoleate	3.1	2.3	3.7	3.3
Squalene	1.0	0.5	1.7	7.6

- : Not Detected

Linoleic acid, Ethyl linoleate, Squalene은 4개의 모든 매실 품종에 포함되어 있었고 Palmitic acid는 갑주최소에서, Isopropyl palmitate는 매향과 갑주최소에서, Stearic acid는 남고, 청축, 갑주최소에서 측정되었다. 이러한 결과로 볼 때, 본 4종의 매실 품종 간 과육 함유성분 종류에 있어서는 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만, 성분의 함유 분포는 차이를 나타냈다. 상기 10개 성분을 합한 총량을 보면, 매향, 남고, 갑주최소, 청축의 순으로 나타났다. 품종별 성분의 분포를 보면, 남고와 매향에서는 Citraconic anhydride와 Maleic anhydride의 함유량이 가장 높은 반면, 청축과 갑주최소에서는 Citraconic anhydride와 Stearic acid의 함유량이 가장 높았다.

각 성분의 품종 간 측정 농도에 있어서는, Maleic anhydride는, 매향, 남고에서 각각 245.4, 153.6 ppm의 농도로 측정된 반면, 갑주최소, 청축에서는 각각 20.1, 2.7 ppm만이 측정되어 품종 간 약 7-90배에 이르는 매우 큰 차이를 보였다. Citraconic anhydride의 경우 또한, 매향, 남고에서 각각 637.4, 543.1 ppm이 측정되었고 갑주최소와 청축에서는 150.7, 38.7 ppm이 측정되어 품종 간의 농도 차가 약 4-16배 가량의 큰 차이를 보였다. Stearic acid는 갑주최소, 청축, 남고에서 105.5, 64.4, 32.3 ppm의 순으로 측정되었으며, 품종 간 농도 차는 약 2-3로 그다지 크지 않았다. *Prunus armeniaca* (List & Horhammer, 1979)와 *Prunus cerasus*, *Prunus persica* (Duke, 1992) 등에서 발견된 바 있는 Squalene이 본 4 품종의 매실에서도 측정되었고, 그 함유 농도는 갑주최소에서 7.6 ppm이 측정되었고 매향, 남고, 청축에서는 각각 1.7, 1.0, 0.5 ppm씩 측정되어 갑주최소가 다른 3 품종의 함량에 비해 월등히 높았지만 나머지 품종 간에는 2-3배 가량의 차이만 보였다. Linoleic acid의 경우에 있어서는, 남고와 매향에서는 각

각 7.5와 7.3 ppm이 검출되었고 갑주최소와 청축에서는 각각 1.3, 1.1 ppm이 측정되었다. Palmitic acid는 갑주최소에서만 6.5 ppm이 측정되었다. 5-Hydroxymethylfurfural는 남고, 매향, 갑주최소, 그리고 청축에서 각각 4.2, 3.7, 3.7, 3.6 ppm이 측정되어 품종간 함량차이가 크지 않았다. 또한, Ethyl linoleate도 매향, 갑주최소, 남고, 청축에서 각각 3.7, 3.3, 3.1, 2.3 ppm씩 측정되어 품종 함유량이 비슷하였다. Isopropyl palmitate와 Vanillin도 미량씩 측정되었지만 그 함유량 차는 그다지 크지 않았다.

위와 같은 성분 정량분석의 결과, 매실 과육 성분의 함유량은 매실 품종 간에 차이가 있음을 확인 할 수 있었으며, 성분 함량 또한 품종 간 차이가 있을 것으로 예측된다. 이러한 성분의 정성 및 정량 분석은 매실을 기능성 재료로 이용하고자 할 때, 중요한 기본 자료로 이용될 수 있을 뿐 아니라 매실의 용도 범위를 확대하거나 개발하는데 도움이 될 것으로 여겨진다.

적 요

남고 (*Prunus mume* 'Nanko'), 청축 (*Prunus mume* 'Viridicalyx'), 매향 (*Prunus mume* 'Baigo'), 갑주최소 (*Prunus mume* var. *microcarpa* 'Koshusaisho') 등 네 종류의 미성숙 매실과육의 Ethyl acetate 추출 성분을 GC/MS-SIM 방법을 사용하여 정량분석 및 비교하였다. 이 연구에 사용된 10종의 표준 시약으로 도출된 정량식에 따른 분석의 결과, 매실 품종에 따라 함유성분 및 함유량의 차이를 볼 수 있었다. 이들 성분 중, Maleic anhydride, Citraconic anhydride, 5-Hydroxymethylfurfural, Vanillin, Linoleic acid, Ethyl linoleate, 그리고 Squalene은 위의 네 종의 매실에서 모두 측정되었다. Palmitic acid는 갑주최소, Isopropyl palmitate는 매향과 갑주최소, Stearic acid는 남고, 청축, 갑주최소에서만 측정되었다. 각 성분의 함량에 있어서는 많은 차이를 보였다. Maleic anhydride의 경우, 매향, 남고, 갑주최소, 청축에서 각각 245.4, 153.6, 20.1, 2.7 ppm이 측정되었다. Citraconic anhydride는 매향, 남고, 갑주최소, 청축에서 각각 637.4, 543.1, 150.7, 38.7 ppm이 측정되었으며, Stearic acid는 갑주최소, 청축, 남고에서 105.5, 64.4, 32.3 ppm의 순으로 측정되었다. Squalene은 갑주최소, 매향, 남고, 청축에서 각각 7.6, 1.7, 1.0, 0.5 ppm 씩 측정되었고 나머지 미량 성분들 또한 매실 종간의 성분 함량 차이가 측정되었다.

정량분석의 특성 상, 본 연구에서의 분석 대상 성분 수는 시판되고 있는 표준품의 수에 따라 제한될 수밖에 없었다. 하지만, 그 제한된 성분 종류 간에도 함유량의 차가 큰 것으로 볼 때 측정된 성분 이외의 성분에 대한 함량 또한 다를 수 있을 것으로 생각된다. 이를 위해서는, 보다 많은 종류의 표준품을 확보하여 좀 더 다양한 성분의 정량분석이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

LITERATURE CITED

- Bae JH, Lee SM** (2003) Identification of Antimicrobial Substances from *Prunus mume* on the Growth of Food-borne Pathogens. *Food Science and Biotechnology* 12:128-132.
- Cha BC, Lee EH** (2004) Research Report : Antioxidant and Antiinflammation Activities of *Prunus persica* Tree Extracts, *Korean Journal of Medicinal Crop Science* 12:289-294.
- Chen CC, Kuo MC, Liu SE, Wu CM** (1986) Volatile components of salted and pickled prunes (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 34:140-144.
- Cho MG, Kim H, Chae YA** (2003) Analysis of Volatile Compounds in Leaves and Fruits of *Zanthoxylum schinifolium* Siebold et Zucc. & *Zanthoxylum piperitum* DC. by Headspace SPME. *Korean Journal of Medicinal Crop Science* 11:40-46.
- Chuda Y, Ono H, Ohnishi-Kameyama M, Matsumoto K, Nagata T, Kikuchi Y** (1999) Mumefural, citric acid derivative improving blood fluidity from fruit-juice concentrated of Japanese Apricot(*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47:828-831.
- Duke James A** (1992) Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants. Boca Raton, FL. CRC Press.
- Ina H, Kenji Y, Kosai M, Yoshio M** (2004) Effects of Benzyl Glucoside and Chlorogenic Acid from *Prunus mume* on Adrenocorticotrophic Hormone (ACTH) and Catecholamine Levels in Plasma of Experimental Menopausal Model Rats. *Biological & Pharmaceutical Bulletin* 27:136-137.
- Jeong JH, Lim HB** (2004) Chemical Composition and Biological Activities of *Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hylander. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 12:463-472.
- Kim SK, Kim YH, Kang DK, Chung SH, Lee SP, Lee SC** (1998) Essential Oil Content and Composition of Aromatic Constituents in Leaf of *Saururus chinensis*, *Angelica dahurica* and *Cnidium officinale*, *Korean Journal of Medicinal Crop Science* 6:299-305.
- Kim YS, Park YS, Im MH** (2003) Antimicrobial Activity of *Prunus mume* and *Schizandra chinensis* H-20 Extracts and Their Effects on Quality of Functional Kochujang. *Korean Journal of Food Science and Technology* 35:893-897.
- Ko BS, Park SK, Choi SBo, Jun DW Jang JS, Park S** (2004) Hypoglycemic Effects of Crude Extracts of *Prunus mume*. *Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition* 33:951-957.
- Kwon YJ, Kim YH, Kim KS, Yang KK** (1990) Volatile components of apricot (*Prunus armeniaca* var. *ansu* Max.) and Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) *Journal of Korean Agricultural Chemical Society* 33:319-324.
- List PH, Horhammer L** (1979) Hager's Handbuch der Pharmazeutischen Praxis, Springer-Verlag, Berlin.
- Miyazawa MT, Yamada HU** (2003) Suppressive effect of the SOS-inducing activity of chemical mutagen by citric acid ester from *Prunus mume* Sieb. Et Zucc. using the *Salmonella typhimurium* TA1535/pSK1002 umu test. *Natural Product Research* 17:319-323.
- Sheo HJ, Lee MY, Chung DL** (1990) Effect of *Prunus mume* Extract on Gastric Secretion in Rats and Carbon Tetrachloride Induced Liver Damage of Rabbits. *Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition* 19:21-26.
- Zhanguo C, Jiuru L** (2002) Simultaneous and Direct Determination of Oxalic Acid, Tartaric Acid, Malic Acid, Vitamin C, Citric Acid, and Succinic Acid in *Fructus mume* by Reversed-Phase High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Chromatographic Science* 40:35-39.