

수확시기별 매실의 생리활성 변화

서경순 · 허창기 · 김용두[†]
순천대학교 식품공학전공

Changes of Biologically Active Components in *Prunus mume* Fruit

Kyoung-Sun Seo, Chang-Ki Huh and Yong-Doo Kim[†]

Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

Abstract

In this study, we investigated changes of general components and biological activity of the fruit of *Prunus mume*. The average moisture content of the fruit ranged from 88.34-90.04%. Crude protein and crude fat contents were not significantly different among samples. During ripening, crude protein decreased and crude fat increased. The level of polyphenols in the fruit gradually increased during ripening. An antimicrobial activity test indicated that methanol extracts had the highest activity and that the antimicrobial activity increased gradually with harvest time. Antimicrobial substances in methanol extracts of the fruit maintained their activity after heating at 100°C for 30 minutes and were unaffected by changes in pH. The antioxidant activities of extracts isolated with different solvents were: methanol > ethylacetate > water > ether > hexane. Antioxidant activity was not significantly different for different harvest times. The antioxidant index of the methanol extract was also the highest in electron donating activity.

Key words : *Prunus mume* fruit, antimicrobial activity, antioxidant activity, harvest time.

서론

매화나무(*P. mume* Sieb. et Zucc)는 장미과(*Rosaceae*)에 속하는 낙엽활엽교목으로 이 나무의 핵과(核果)를 매실(梅實)이라 한다(1). 1~3월경에 꽃이 피고 열매를 맺어 5~6월경 청매(青梅)로 수확한다. 원산지는 중국의 사천성과 호북성의 산간지로 알려져 있으며 한국, 중국 및 일본 등에 널리 분포하고 있다(2).

매실은 예로부터 술, 차, 장아찌 등 각종 식품으로 개발되어 왔으며 말린 매실은 오매라 하여 한방에서 해독 및 구충 등에, 또한 뿌리, 잎, 꽃, 미숙 과일은 건위, 지갈, 가담, 해독, 주독, 소독 등의 효과가 있어 약재로 널리 이용되고 있다(3,4).

사서삼경(四書三經)중 하나인 시경(詩經)에 매(梅)란 글자가 처음 등장하며 신농본초경(神農本草經)에 매실을 약용

으로 사용하였다는 기록이 있다(5,6), 동의보감(東醫寶鑑)의 과부(果部)에는 매실, 오매, 백매등에 관한 효능과 제조법이 기록되어 있고, 동의보감 내경(內徑)편에 만응환(萬應丸), 오매환(烏梅丸), 술기환(戌巳丸)이 잡병(雜病)편에는 오매탕(烏梅湯), 제호탕(醞酬湯), 오매모과탕(烏梅木瓜湯)등 매실을 이용한 처방법과 치료법이 기재되어 있다(7,8).

매실은 풍부한 유기산과 당류 등의 성분을 다량 함유하고 있는 알칼리성 식품으로서 항균활성, 피로회복, 식욕증진 및 해독 등의 효과가 있어 민간약으로서의 이용성이 높아지고 있다(9). 최근 연구에서는 매실이 다른 한국산 다른 과일에 비한 유기산 함량, 성숙과정 중 품종별 매실의 크기 및 과육의 종자중의 성분변화, 매실의 중요 향기 성분으로 malic acid 등의 유기산 물질의 관련성, 매실과육의 향기성분으로 benzaldehyde, terpinen-4-ol, benzyl alcohol, hexadecanoic acid 등이 보고한 바 있다(10-12). 가공식품 개발을 위한 연구로는 매실과육과 매실 착즙박의 이화학적 특성, 매실의 숙성중 유기산, 유리당 및 유리아미노산의 변화, 매실 추출물을 함유한 기능성 음료 개발 등 많은 연구

[†]Corresponding author. E-mail : kyd4218@sunchon.ac.kr,
Phone : 82-61-750-3256, Fax : 82-61-750-3608

가 보고되고 있다(13-15).

최근 소비자들의 식생활 수준의 향상으로 식품에 대한 건강 지향적 요구에 따라 이에 대한 관심이 고조되고 있고 화학합성품인 식품첨가물에 대한 기피현상이 강하게 일어나고 있다(16).

따라서 본 연구에서는 매실의 수확시기에 따른 일반성분, polyphenol 함량변화와 생리활성을 검정하였으며 용매별로 항균성 물질을 추출하여 몇 종의 병원균과 식중독균, 식품과 관련이 있는 세균 및 효모 등 10균주에 대하여 항균활성을 실험하고 미생물의 증식에 미치는 영향과 추출물의 안정성을 살펴보았다. 또한 매실의 수확시기에 따른 항산화력을 검정하여 새로운 약품 및 기능성 식품 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 매실(*P. mume* fruit)은 2006년 5~6월에 전라남도 순천시 해룡면에서 수확하여 시료로 사용하였다.

사용균주 및 시약

실험에 사용한 균주는 그람양성균 3종, 그람음성균 3종, 젖산균 2종 및 효모 2종을 선정하여 사용하였다. 균 생육배지는 세균에는 Nutrient broth와 agar, 젖산균은 *Lactobacillus* MRS broth와 agar, 효모는 YM broth와 agar배지를 각각 사용하였다. 배지는 Difco(USA)사 제품을 구입하여 사용하였으며, 추출 및 chromatography용 용매 및 시약은 시중의 일급 또는 특급시약을 구입하여 사용하였다.

일반성분 분석

수분은 105°C 직접건조법, 회분은 550°C 직접 회화법으로, 조단백은 micro-Kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법으로, 조섬유의 함량은 H₂SO₄-NaOH 분해법으로 구하였다.

Polyphenol 함량분석

시료 10 g을 취해 70% methanol 50 mL로 환류 추출한 후 Folin-Denis법(17)과 Diazo법(18)에 따라 총 폴리페놀 함량을 정량하였다. 즉, 추출물을 희석한 검액에 Folin시약 2 mL를 첨가하고 3분후에 10% Na₂CO₃ 5 mL을 가하여 혼합하여 발색시켰다. 1시간 후에 발색된 색을 700 nm에서 흡광도를 측정하였으며 표준물질 tannin을 기준으로 환산하였다.

다용매 연속 추출

매실 methanol 추출물을 Fig. 1과 같이 Accelerated Solvent

Extractor(Dionex, USA)에 의한 용매별 분획으로 hexane, ether, ethylacetate, methanol 및 H₂O로 연속 추출한 후 각 분획물을 농축하여 시료로 사용하였다.

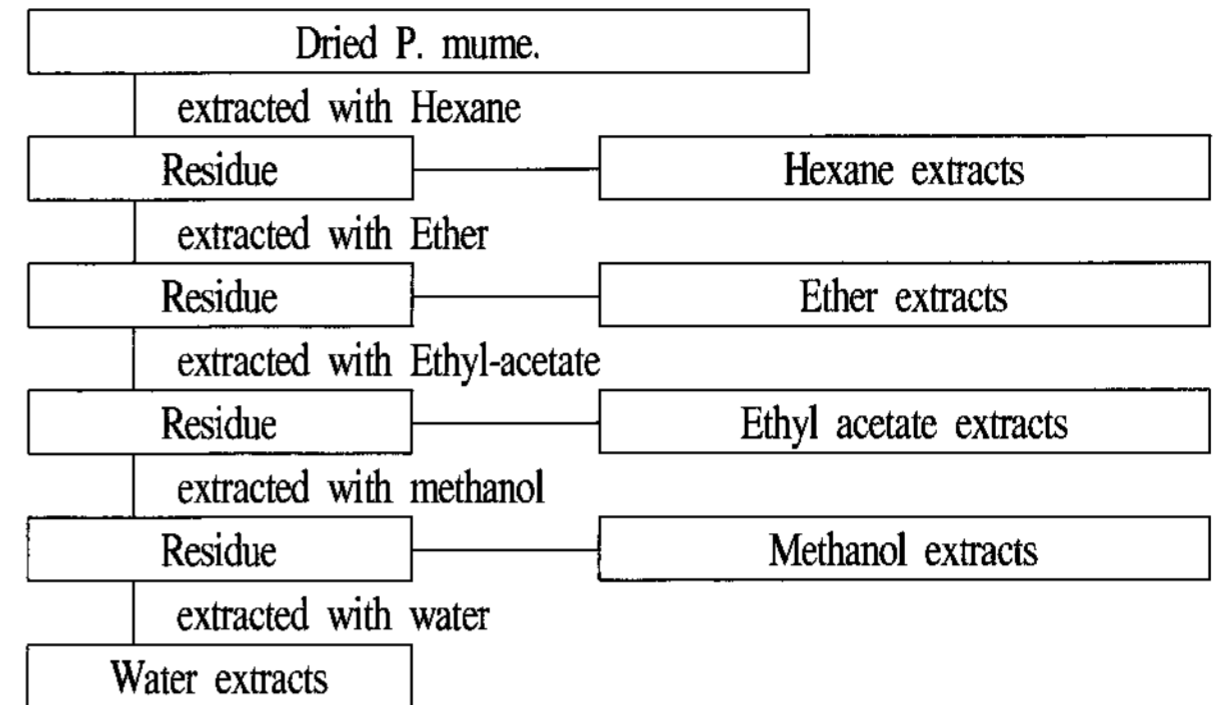


Fig. 1. Procedure for extraction of *P. mume* fruit by various solvents.

항균력 측정

항균성 시험용 평판배지는 각각의 생육배지로 멸균된 기층용 배지를 petri dish에 15 mL씩 분주하여 응고시키고, 중층용 배지를 각각 5 mL씩 시험관에 분주하여 멸균한 후, 45°C 수욕상에서 보관하면서 각종 시험균액(멸균식염수로 균현탁액을 만들어 균 농도를 660 nm에서 흡광도가 0.3이 되게 한 균현탁액) 0.1 mL를 무균적으로 첨가하여 잘 혼합한 후 기층용 배지 위에 분주한 뒤 고르게 응고시켜 이종의 균 접종 평판배지를 만들어 사용하였다. 추출된 항균성 물질의 항균력 검색은 한천배지 확산법(19,20)으로 측정하였다.

항균성 물질의 열 및 pH 안정성 측정

매실 추출물 중 항균활성을 나타내는 물질의 열 안정성은 매실의 메탄올 추출물을 60~80°C까지 10°C간격으로 각각 1시간 동안, 90~100°C에서는 30분 동안 열처리한 후 대조구와 같이 한천배지 확산법으로 생육저해환을 측정하여 비교하였다. 또한 pH 안정성은 매실의 메탄올 추출물을 염산과 수산화나트륨으로 pH 3~9까지 조절하고 상온에서 1시간 방치한 후, 다시 각 균주의 최적 pH로 중화시켜서 열 안정성과 동일한 방법으로 생육저해환을 측정하여 비교하였다.

DPPH radical 소거활성 측정

각 시료의 전자공여능 측정은 Blois(21)의 방법에 준하여 각 추출물의 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 즉, 일정 농도의 시료 1 mL에 2×10⁻⁴ M DPPH용액(dissolved in 99% methanol)을 2 mL가 하고, vortex mixing하여 37°C에서 30분간 반응시켰다. 이 반응액을 흡수분광광도계를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정 하였다. 전자공여능(electron donating ability, ED A%)으로 측정하였으며 3회 반복 실험하여 얻은 결과를 평균한 값으로 나타내었다.

$$EDA(\%) = (A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}} \times 100$$

A_{control} : 음성대조구(분획 미첨가)의 흡광도

A_{sample} : 실험구(분획 첨가)의 흡광도

결과 및 고찰

일반성분

매실의 일반성분 함량은 Table 1과 같다. 매실의 개체당 평균 수분 함량은 88.34~90.04% 범위로서 매실의 성숙 중 수분함량은 약간 증가하였으나 유의적인 차이는 없었고 조회분의 함량은 0.55~0.59%로 나타나 수확시기가 늦어짐에 따라 조금씩 증가하였다. 조단백질 함량은 1.21%에서 0.97%로 나타났고 조지방은 0.30%에서 0.27%로 나타나 조단백질과 조지방은 성숙에 따라 감소하는 경향을 보였다. 조섬유의 함량변화는 1.10%에서 1.15%로 다소 증가하는 것으로 나타났다.

송등(11)은 매실의 수분 함량은 89~91% 범위였으며, 회분의 함량은 0.57% 이었고, 단백질 함량은 0.43~1.17%로 나타났다고 보고하였으며 Norio 등(22)이 일본산 매실에서 수분이 90% 전후라고 보고한 바 있어 매실의 일반성분은 성숙도에 따라 약간의 차이가 확인되었다.

폴리페놀 함량변화

매실의 시기별 폴리페놀함량 변화는 Fig. 2와 같다. 매실의 숙성과정 중 폴리페놀 함량 변화를 보면 5월 24일에는 113 mg%, 6월 15일은 214 mg%로 나타났으며 매실이 성숙함에 따라 폴리페놀의 함량은 점차 증가하는 것을 알 수 있었다. 매실의 폴리페놀함량은 Moon등(27)의 연구에서

보고된 칩뿌리(200 mg%)와 비슷하였으나 당귀(52 mg%)와 흑두(55 mg%)에 비하여 함량이 높음을 확인하였다.

Table 1. Proximate composition of *P. mume* fruit by harvest time (%)

Sample ¹⁾	Component				
	Moisture	Ash	Crude protein	Crude fat	Crude fiber
A	88.34	0.55	1.21	0.30	1.10
B	89.56	0.58	1.06	0.29	1.12
C	90.04	0.59	0.97	0.27	1.15

¹⁾A : May. 24, B : Jun. 5, C : Jun. 15.

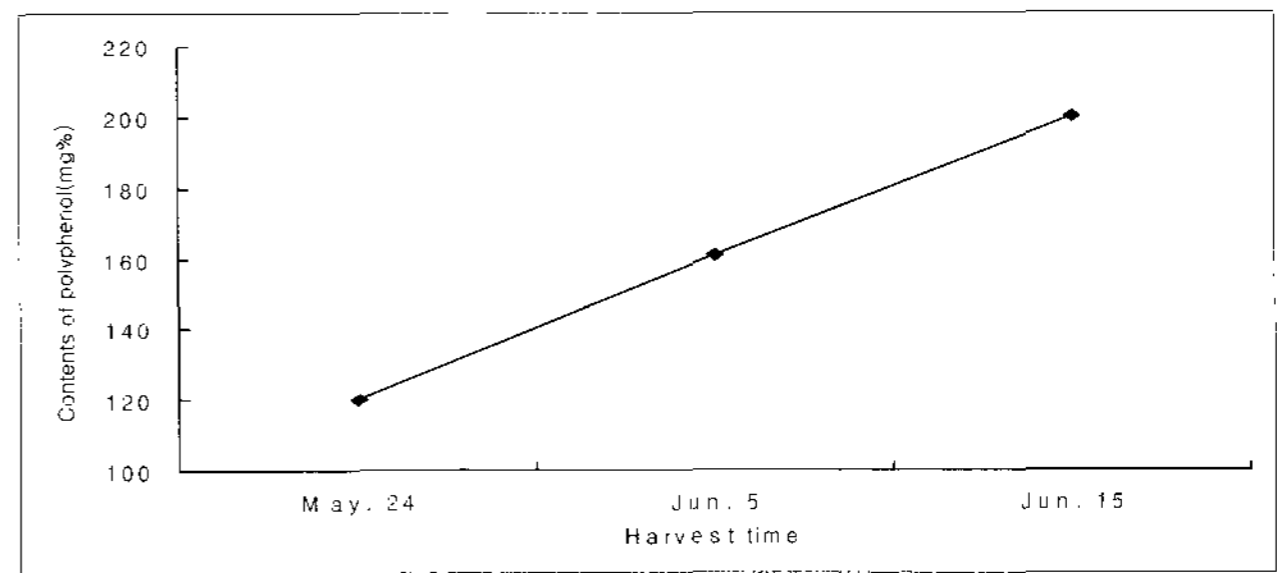


Fig. 2. Changes of poly phenol contents of *P. mume* fruits by harvest time.

수확시기에 따른 추출물별 항균활성

수확시기별로 준비한 샘플에 hexane, ether, ethylacetate, methanol 및 water 추출물의 항균활성 검색 결과는 다음 Table 2와 같다. 추출물 별로 항균활성을 조사한 결과 gram 양성균에서는 ether 추출물에서 16.9~19.6 mm, ethylacetate

Table 2. Antimicrobial activities of against various microorganism from extract of *P. mume* fruit by harvest time

Strains	Clear zone on plate(mm) ^{a)} (8.0 mg/disk)														
	Hexane extract			Ether extract			Ethyl acetate extract			methanol extract			Water extract		
	A ¹⁾	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
<i>B. cereus</i>	- ^{b)}	-	-	16.9	18.4	19.7	18.2	19.3	21.1	23.7	25.9	27.5	12.1	13.5	14.4
<i>B. subtilis</i>	-	-	-	17.1	18.6	19.6	18.5	19.1	20.9	23.7	25.6	27.1	12.5	13.1	14.3
<i>S. aureus</i>	-	-	-	17.4	18.1	19.6	19.3	19.6	21.2	24.0	25.8	27.2	11.9	12.7	13.9
<i>E. coli</i>	-	-	-	16.5	17.9	19.4	19.3	20.2	21.8	24.3	27.3	29.7	13.1	13.8	14.6
<i>S. typhimurium</i>	-	-	-	16.6	17.5	19.0	19.4	19.9	21.7	24.6	27.1	29.6	13.3	13.4	14.1
<i>P. fluorescens</i>	-	-	-	17.2	18.1	19.1	19.5	20.7	21.3	24.4	27.1	29.9	12.9	13.6	14.5
<i>L. plantarum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. mesenteroides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. cerevisiae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>H. anomala</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹⁾symbols are referred to Table 1.

^{a)}in diameter(mm), ^{b)} not detected.

추출물에서는 18.2~21.2 mm, methanol 추출물에서는 23.7~27.5 mm, 물 추출물에서는 11.9~14.4 mm로 나타났다.

그람 음성균에서는 ether 16.5~19.4 mm, ethylacetate 19.3~21.8 mm, methanol 24.3~29.9 mm, 물 12.9~14.5 mm로 추출물별 항균활성은 methanol추출물에서 가장 크게 나타났으며 hexane추출물에서는 항균활성이 확인되지 않았으며 효모, 젖산균 실험구에서도 항균활성이 나타나지 않았다. 수확시기에 따른 항균활성의 변화는 매실이 성숙함에 따라 항균활성이 강해지는 경향을 확인하였다. 또한 매실에서 추출된 항균활성 물질이 대장균과 살모넬라 같은 병원성 미생물에 대한 항균활성이 나타나 부패 및 식중독균의 생육 억제에 효과가 있을 것으로 사료 되어 식품 및 약품의 보존료로 이용가능성을 확인해 주었다.

매실 메탄올 추출물의 열 안정성 및 pH 안정성

매실의 열 안정성을 알아보기 위하여 60~80℃에서 30~60분 동안, 90℃~100℃에서 10~30분 동안 열처리 한 결과는 Table 3과 같다. 열처리에 따른 생육저해환의 크기는 80℃에서 60분간 가열하였을 때 24.2~27.1 mm, 90℃에서

강한 항균활성을 보였으나 pH 7까지는 항균활성이 큰 차이를 보이지 않아 pH에 비교적 안정함을 확인하였다.

DPPH free radical 소거작용

매실 수확시기에 따른 추출물별 DPPH free radical 소거능은 Fig. 4와 같다. 추출 용매에 따른 DPPH free radical 소거능은 methanol, ethylacetate, 물 순으로 소거능이 높음을 알 수 있으며 hexane과 ether에서는 DPPH free radical 소거능이 거의 나타나지 않았다. 매실의 수확시기에 따른 DPPH free radical 소거능은 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

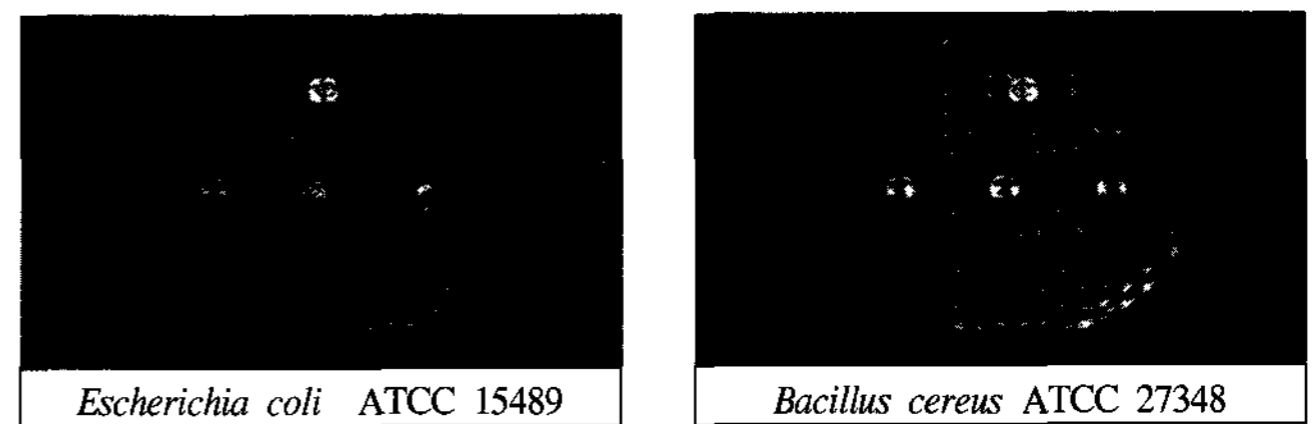


Fig. 3. The inhibitory zone of methanol extracts obtained from *P. mume* fruit by harvest time.

C : Control, 1 : May. 24, 2 : Jun. 5, 3 : Jun. 15.

Table 3. Effect of heat treatment of methanol extracts on the growth inhibitory activity of *P. mume* fruit(Jun. 15) against *B. cereus* and *E. coli*

Strains	Clear zone on plate(mm) ¹⁾ (8.0 mg/disk)																								
	Con.	60℃						70℃						80℃						90℃			100℃		
		30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60	10	20	30	10	20	30						
<i>B. cereus</i>	27.5	27.2	27.1	27.1	27.0	27.5	27.5	27.3	27.2	27.1	27.4	27.3	24.2	27.2	26.7	26.6	26.2	26.4	26.1						
<i>E. coli</i>	29.7	29.6	29.5	29.1	28.8	29.3	29.2	29.0	28.9	29.0	28.8	28.8	27.1	29.4	29.4	29.1	28.8	28.6	28.3						

¹⁾Diameter (mm).

Table 4. Effect of pH change on the antimicrobial activity of *P. mume* fruit(Jun. 15) methanol extracts for *B. cereus* and *E. coli*.

Strains	Clear zone on plate (mm) ¹⁾				
	Control	pH (8.0 mg/disk)			
		3	5	7	9
<i>B. cereus</i>	27.1	27.2	27.1	27.3	24.4
<i>E. coli</i>	28.9	28.7	28.3	28.2	25.7

¹⁾Diameter.

The methanol extract was adjusted to pH 3 ~9 for 60 min at room temperature.

30분간 가열하였을 때 26.6~29.1mm, 100℃에서 30분간 가열하였을 때 26.1~28.3 mm로 대조구에 비하여 큰 차이를 보이지 않아 매실 메탄올 추출물이 열에 안정한 물질임을 알 수 있었다. 매실의 pH에 대한 안정성을 조사한 결과는 Table 4와 같다. pH 3에서 *B. cereus*, *E. coli* 가 27.2 mm, 28.7 mm, pH 5에서 27.1 mm, 28.3 mm, pH 7에서 27.3 mm, 28.2 mm, pH 9에서 24.4 mm, 25.7 mm로 pH가 낮을수록

활성산소는 인체내에서 질병과 노화를 일으키는 원인물질로서, 활성산소의 항산화 능력 노화억제 작용의 척도로 평가할 수 있는데(23-26), 매실 분획별 추출물의 DPPH free radical 소거 활성은 methanol과 ethylacetate 분획물에 의한 것임을 알 수 있으며 그 활성성분들은 비교적 극성이 큰 화합물임을 추정 할 수 있다.

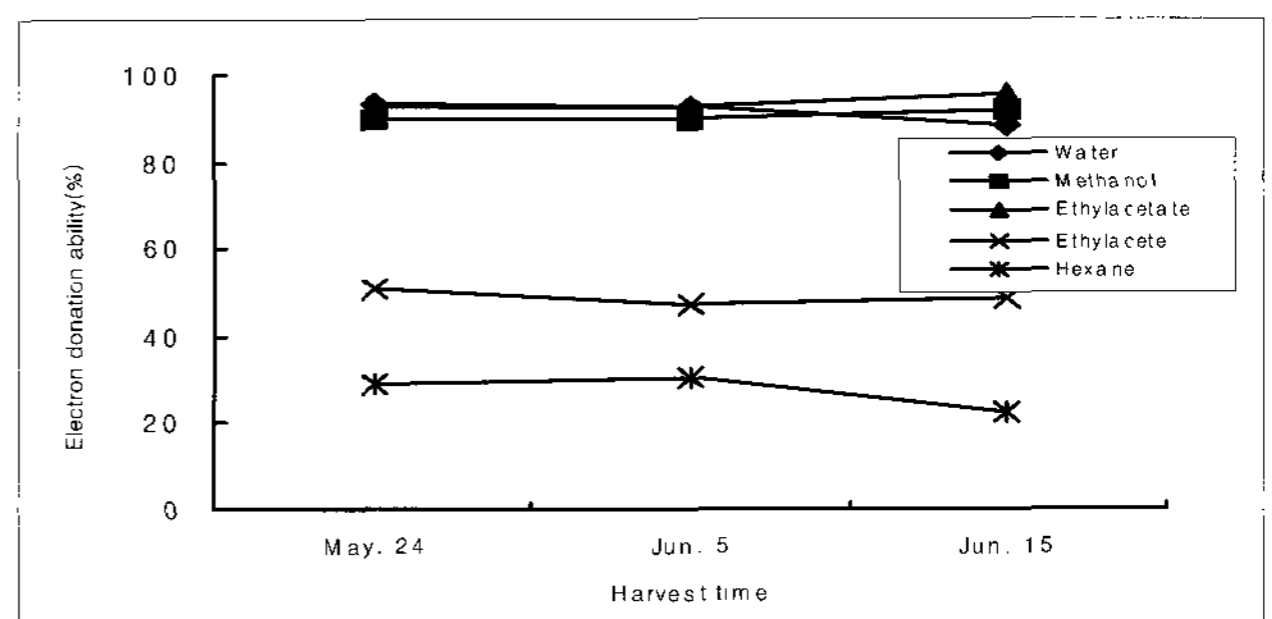


Fig. 4. Electron donating ability of *P. mume* fruit extract fractions on DPPH radical.

요 약

매실의 개체당 평균 수분 함량은 88.34~90.04 % 범위로 수확시기에 따른 차이가 없었으며 조단백질과 조지방은 수확시기별로 수확시기가 늦어질수록 함량이 다소 감소하였으나 조섬유는 수확시기가 늦어짐에 따라 함량이 증가하였다. 또한 polyphenol 함량은 매실이 성숙함에 따라 점차 증가하는 경향을 보였다. methanol, water, hexane, ethylacetate 및 ether 추출물의 항균활성 검색 결과 methanol에서 가장 크게 나타났으며 수확시기가 늦어질수록 항균활성은 증가하는 경향을 나타내었다. 항균활성을 가진 메탄올 추출물의 활성은 100℃에서 30분 가열한 조건에서도 안정함을 확인하였고, pH 변화에 따른 안정성은 큰 차이를 보이지 않았다. 용매에 따른 전자공여능은 methanol > ethylacetate > water > ether > hexane 순으로 높게 나타났으며 수확시기에 따른 차이는 크지 않았다.

감사의 글

본 연구는 전라남도에서 시행한 지역특산물 연구개발 사업의 연구비 지원으로 수행된 연구 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 黑上泰. (1967) 果樹園藝名論. 日本 養賢堂., p. 317,
- 육창수. (1989) 원색한국 약용 식물도감. 아카데미서적
- 김태정. (1996) 한국의 자원식물. 서울대학교 출판부., p. 160
- 日本果汁協會. (1983) 果汁果實飲料辭典. 朝倉書店., p. 315
- 김의부. (1991) 매실채배. 오성출판사., p. 21
- 神農本草經. (1971) 文光圖書有限公司., p. 193
- 신민교. (1986) 임상본초학. 남산당., p. 581
- 許浚. (1967) 東醫寶鑑. 南山堂., p. 1160-1161
- Han, J.T., Lee, S.Y., Kim, K.N and Baek, N.I. (2001) Runtin, antioxidant compound from the fruit of *Prunus mume*. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol., 44, 35-37
- Lee, D.S., Woo, S.K. and Yang, C.B. (1972) Studies on the chemical composition of major fruits in Korea. Korean J. Food Sci. Technol., 4, 134-139
- Song, B.H., Choi, K.S., and Kim, Y.D. (1997) Changes of physicochemical and flavor components of Ume according to varieties and picking date. Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Product., 4, 77-85
- Kwon, Y.J., Kim, Y.H., Kwag, J.J., Kim, G.S. and Yang, G.K. (1990) Volatile Components of Japanese Apricot (*Prunus mume* sieb. et Zucc.). Korean J. Agric. Chem. Soc., 33, 319-324
- Kang, M.Y., Jung, Y.H. and Eun, J.B. (1999) Physical and chemical characteristics of flesh and pomace of Japanese Apricots (*Prunus mume* sieb. et Zucc). Korean J. Food Sci. Technol., 31, 1434-1439
- Cha, H.S, Hwang, J.B, Park, J.S, Pack, Y.K. and Jo, J.S. (1999) Changes in chemical composition of *mume* (*Prunus mume* sieb. et Zucc) fruit during maturation. Korean J. Postharvest Sci. Technol., 6. 481-487
- Bae, J.H., Kim, K.J., Kim, S.M., Lee, W.J. and Lee, S.J. (2000) Development of the functional beverage containing the *Prunus mume* extracts. Korean J. Food Sci. Technol., 32, 713-719
- 野崎一彦. (1986) 天然物による食品の保存の現状と効果. 月刊フドケミカル, 2, 45-53
- J. Slyn, M.A. (1970) Methods in food analysis. Acad, press, New York, p. 710-711
- 栽培植物分析測定法. (1976) 日本作物分析法委員會. 養賢堂, 東京, p. 419
- Sheo, H.J, Lee, M.Y and Chung, D.L. (1990) Effect of *Prunus mume* extracts on the gastric secretion in rats and carbon tetrachloride induced liver damage of rabbits. Korean J. Food Sci. Nutr., 19, 21-26
- Sheo, H.J, Ko, E.Y and Lee, M.Y. (1990) Effect of *Prunus mume* extracts on experimentally alloxan induced diabetes in rabbits. Korean J. Food Sci. Nutr., 19, 21-26
- Blois, MS. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 26, 1199-1744
- 垣内典夫. (1985) ウメ 果汁の糖液抽出に對する品種と熟度の影響. 日本食品工學會誌, 32, 677-684
- Kato, H., Lee, C., Kim N.V., Hayase, SB. (1987) Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agric. Biol. Chem., 51, 1333-1338
- Yoo, H.H. (2001) Studies on cell growth inhibitory compound of *achyranthis radix*. Seoul national university Graduated School. MS Thesis.
- Harman D. (1987) The free radical theory of aging. In modern biological theories of aging Warner HR. Butler RN, Sprott RL, Schneider EL, eds. Raven Press, NY., p. 89
- Choi, H. S. (2006) A study on the biological activities of *achyranthis radix* ethanol extract. Graduate school of Chosun University, p. 22-30, 53-59
- Moon, J.S., Kim, S.J., Park, Y.M., Hwang, I.S., Kim, E.Y., Park, J.W., Park, I.B., Kim, S.W., Kang, W.G., Park, Y.K. and Jung, S.T.(2004) Antimicrobial effect of methanol extracts from some medicinal herbs and content of phenolic compounds. Korean J. Food Preserv., 11, 207-213