

매실 품종별 항균 및 항산화성 비교

서경순 · 허창기 · 김용두[†]
순천대학교 식품공학전공

Comparison of Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Prunus mume* Fruit in Different Cultivars

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

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

Abstract

This study examined the general components and biological activities of fruit from different cultivars of *Prunus mume*. The average moisture content of fruit ranged from 89.94-90.62%. The levels of crude protein, crude fat and crude fiber were not significantly different in the different cultivars. In an antimicrobial activity test, methanol extracts showed the highest activity and extracts from the *Chunmae* and *Baekgaha* cultivars had higher antimicrobial activity than other cultivars. The extract of fruit. However, there was no antimicrobial activity against the lactic acid-producing bacteria and yeasts, even at a concentration of 1.5 mg/mL or higher. Antimicrobial substances in methanol extracts of the fruit maintained their activity after heating at 100°C for 30 minutes and were also 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 at 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, cultivars

서론

매실은 장미과(*Rosaceae*)에 속하는 매화나무(*P. mume* Sieb. et Zucc)의 핵과(核果)를 기원으로 한다(1,2). 한국, 중국 및 일본 등에 널리 분포하고 있고 다양한 품종이 재배되어지고 있다(3).

매실은 citric acid 와 tartaric acid 같은 유기산과 무기질이 많아 피로를 풀어주고 식욕을 돋우는 효능이 있다. 한의학에서는 발열 질환이나 오랜 감기로 수분이 부족할 때 처방에 넣어 활용한다(4,7). 어린 과실에는 malic acid가 많이 함유되어 있지만, 성숙함에 따라서 citric acid가 증가한다. 그 외의 산으로는 oxalic acid, succinic acid, fumaric acid가 검출된다. 이러한 유기산은 식욕을 촉진시키고 위액의 분비를 왕성하게 하여 소화작용을 도와주며 피로회복에

효과가 있다(8). 과실의 종자부에 주로 함유되는 청산배당체는 몇 가지 효소작용에 의하여 benzaldehyde와 시안화수소(HCN)가 생성되어 100 g중 10 mg 내외의 함량을 나타내므로 종자를 많이 섭취하게 되면 중독을 일으킨다(9).

매실의 작용에 관한 연구로는 혈중 유산농도 및 혈청 지질에 미치는 영향, 간장 장애 및 당뇨병에 미치는 영향, 식중독 유발 세균의 증식에 미치는 영향 등이 보고되었으며(10,11), in vitro에서 매실추출물의 항산화력 탐색 및 항산화 활성 물질에 관하여 보고하는 등 연구가 되어 있다(12). 또한, 매실은 생체의 저항성 및 지구력을 향상 시키고 피로 회복을 촉진시키며 항암 능력 및 생체기능 증진에 대한 연구가 이루어지고 있으며(13,14), 매실의 citric acid등 유기산과 무기성분이 체내에서 위액 분비를 촉진시켜 식욕을 돋구어 주며 소화흡수에 도움을 주고 간장활동을 왕성하게 하며 신진대사를 원활히 하여 피로회복에 큰 효과가 있다고 보고된바 있다(15).

따라서 본 연구에서는 매실의 품종에 따른 생리활성을

[†]Corresponding author. E-mail : kyd4218@sunchon.ac.kr,
Phone : 82-61-750-3256, Fax : 82-61-750-3853

검정하고 methanol로 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 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 6월에 전라남도 순천시 해룡면에서 수확하였으며 앵숙, 천매, 남고와 백가하의 4가지 품종을 채취하여 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 분석에 사용된 시약은 시중의 일급 또는 특급시약을 구입하여 사용하였다.

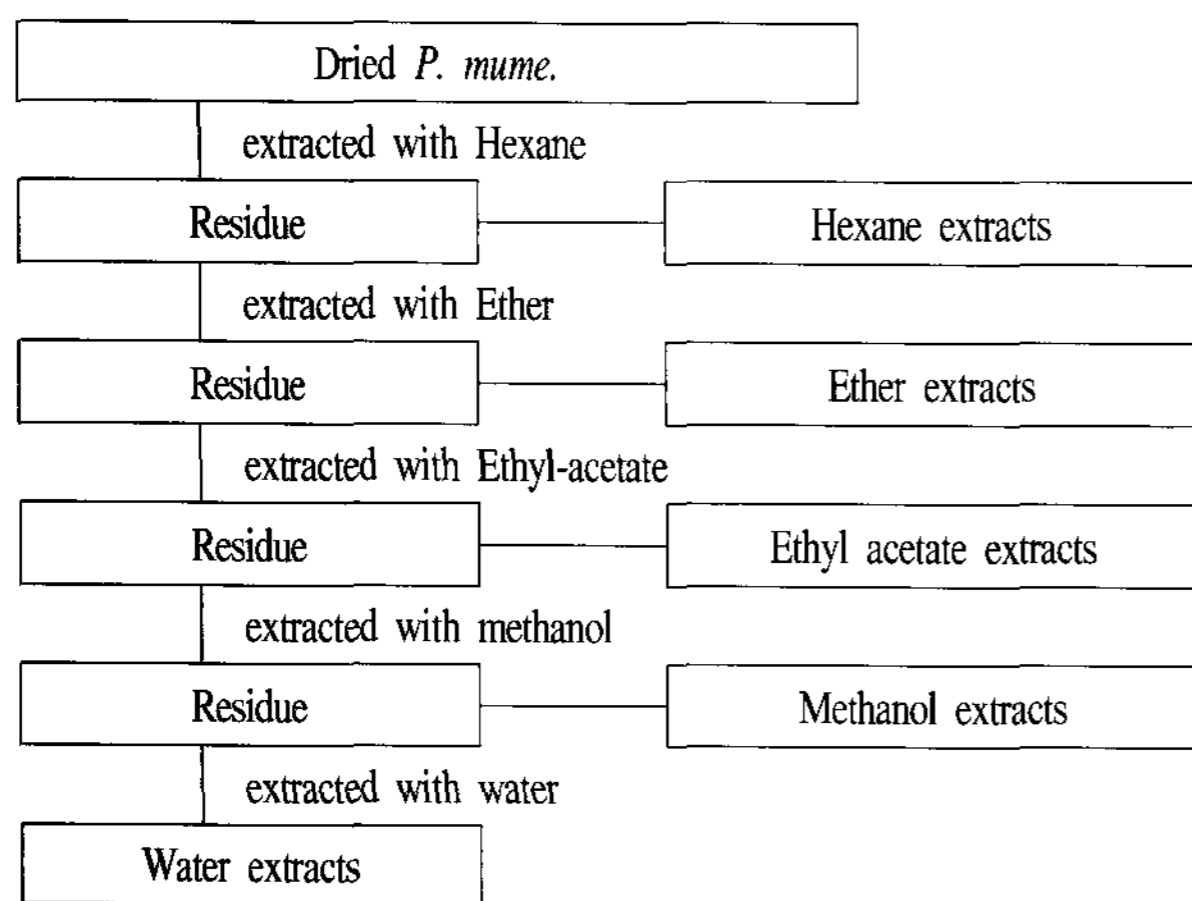


Fig. 1. Procedure for extraction of *P. mume* fruit by various solvents.

일반성분 분석

일반 성분은 AOAC법(21)에 준하여 수분은 105°C 직접건조법, 회분은 550°C 직접 회화법으로, 조단백은 micro-Kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법으로, 조섬유의 함량은 H₂SO₄-NaOH 분해법으로 구하였다.

다용매 연속 추출

매실 methanol 추출물을 Fig. 2와 같이 Accelerated Solvent

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

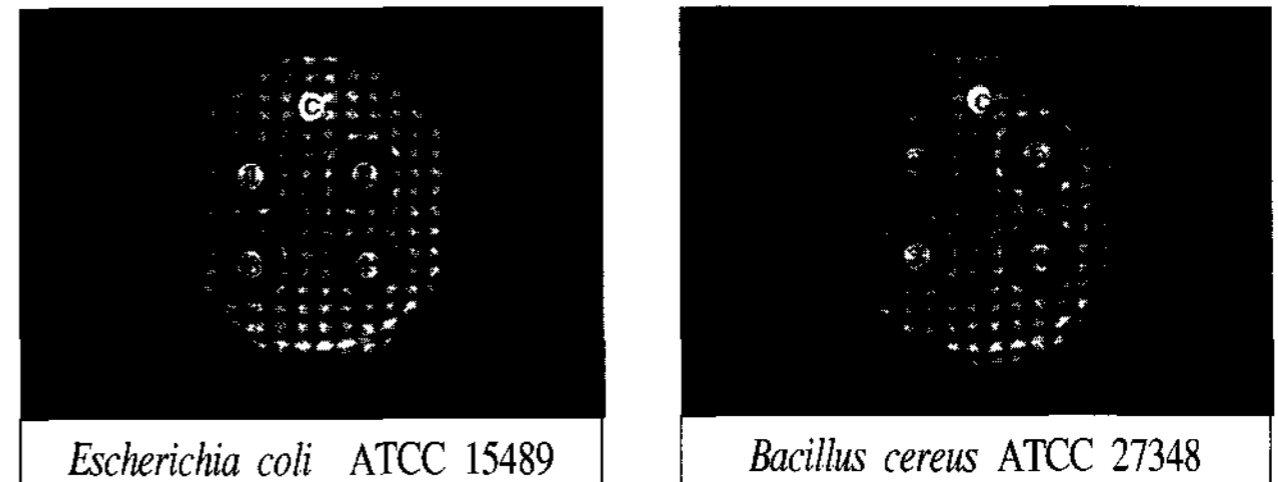


Fig. 2. The inhibitory zone of methanol extracts obtained from various *P. mume* fruit cultivars.

C : control, 1 : Aengsook, 2 : Chunmae, 3 : Namgo, 4 : Baekgaha

추출 용매별 항균력 및 최소저해농도 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 이중의 균 접종 평판배지를 만들어 사용하였다. 추출된 항균성 물질의 항균력 검색은 한천배지 확산법(16-17)으로 측정하였다.

추출물의 최소저해농도(Minimum Inhibitory Concentration, MIC)측정은 액체배지 희석법으로 측정하였는데, 추출물의 고형물 함량을 0.1, 0.25, 0.5, 1.0 및 1.5 mg/mL이 되도록 조절된 액체배지를 준비하여 균 현탁액을 각각 0.1 mL씩 접종한 다음 30°C에서 20시간 배양 후 흡광도(660 nm)에서 측정하여 균주 증식이 되지 않은 농도로 결정하였다(18,19).

항균성 물질의 열 및 pH 안정성 측정

매실 추출물 중 항균활성을 나타내는 물질의 열 안정성을 알아보기 위하여 60~80°C에서 30~60분 동안, 90°C~100°C에서 10~30분 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(20)의 방법에 준하여 각 추출물의 DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 즉, 일정 농도의 시료 2 mL에

2×10⁻⁴ M DPPH용액(dissolved in 99% methanol)을 1 mL가 하고, vortex mixing하여 37℃에서 30분간 반응시켰다. 이 반응액을 흡수분광광도계를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정 하였다. 전자공여능(electron donating ability, EDA%)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

통계처리 방법

본 실험에서 얻어진 결과는 SPSS 통계분석 프로그램을 이용하여 각 실험군간 평균치와 표준오차를 계산하였고 통계적 유의성은 p<0.05 수준으로 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

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

Sample ¹⁾	Moisture	Ash	Crude protein	Crude fat	Crude fiber
A	90.62±0.62 ²⁾³⁾	0.58±0.02 ^a	1.08±0.02 ^b	0.28±0.02 ^a	1.12±0.02 ^a
B	90.13±0.54 ^b	0.62±0.02 ^{bc}	1.06±0.03 ^{ab}	0.27±0.01 ^a	1.11±0.02 ^a
C	89.94±0.49 ^a	0.59±0.02 ^a	1.05±0.02 ^a	0.27±0.01 ^a	1.13±0.02 ^a
D	90.41±0.12 ^b	0.64±0.02 ^c	1.04±0.04 ^a	0.28±0.02 ^a	1.11±0.02 ^a

¹⁾A : Aengsook, B : Chunmae, C : Namgo, D : Baekgaha,
²⁾All values are mean±SD.
³⁾Values within a different superscripts are significant for each groups at p <0.05 by Duncan's multiple range test.

결과 및 고찰

일반성분

매실의 품종별 일반성분 분석 결과는 Table 1 과 같다. 매실의 수분 함량은 89.94~90.62% 범위로서 품종간 큰 차이가 없었다. 매실의 단백질 함량은 앵숙에서 1.08%, 백가하에서 1.04%로 나타났지만 품종별로 큰 차이는 보이지 않았다. 조회분의 함량은 0.58~0.64%로 나타났으며 천매, 백가하가 앵숙, 남고에 비하여 회분함량이 높은 것을 확인 하였다. 매실의 조섬유와 조지방의 함량변화는 품종간 유의적인 차이가 나타나지 않았다.

각각의 용매에 따른 추출물별 항균활성

품종별 매실을 용매별로 추출하여 항균활성 검색을 한 결과는 다음 Table 2와 같다. ether 추출물에서 15.5~18.1 mm, ethylacetate 추출물에서는 16.8~18.9 mm, methanol 추출물에서는 21.5~24.9 mm, 물 추출물에서는 10.8~13.7 mm로 항균활성이 나타났으며 methanol 추출물에서 가장 강한 활성을 확인하였다. 그러나 hexane 추출물과 효모, 젖산균 시험구에서는 항균활성이 나타나지 않았다.

가장 강한 활성을 보인 methanol 추출물의 품종별 항균활성 실험결과 앵숙 22.3~23.1 mm, 천매 23.0~24.6 mm, 남고 21.5~23.0 mm, 백가 22.1~24.9 mm로 항균 활성이 나타났다. 매실이 품종에 따른 항균활성은 천매와 백가하가 다소 높게 나타났다.

최소저해농도

매실 methanol 추출물의 액체배지에서 최소저해농도를 측정 한 결과는 Table 3과 같다. 균주별로 보면 그람양성균

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

Strains	Clear zone on plate (mm) ^{a)}																			
	Hexane extract				Ether extract				Ethyl acetate extract				Methanol extract				Water extract			
	A ¹⁾	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
<i>B. cereus</i>	- ^{b)}	-	-	-	16.2	17.4	15.8	17.3	17.5	18.1	16.8	18.5	22.3	23.0	21.6	22.5	11.3	12.8	11.2	11.6
<i>B. subtilis</i>	-	-	-	-	16.1	17.2	15.9	17.3	17.7	17.9	17.1	18.6	22.3	23.1	21.5	22.1	11.7	13.1	10.8	11.3
<i>S. aureus</i>	-	-	-	-	15.9	17.2	15.5	17.5	17.2	18.3	17.0	18.6	22.4	23.3	21.8	22.2	12.4	12.7	11.1	11.3
<i>E. coli</i>	-	-	-	-	16.3	17.8	15.9	17.7	17.4	18.8	17.4	19.1	22.3	24.3	22.4	24.7	11.4	12.4	11.8	12.1
<i>S. typhimurium</i>	-	-	-	-	16.6	17.7	16.1	17.6	17.9	18.4	17.5	18.9	22.3	24.6	22.1	24.6	12.1	13.7	11.9	11.8
<i>P. fluorescens</i>	-	-	-	-	16.2	18.1	16.1	17.9	17.9	18.7	16.9	18.9	23.1	23.9	23.0	24.9	13.1	13.5	11.6	12.4
<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.

에서는 *B. cereus*와 *B. subtilis*에서 첨가농도가 0.25 mg/mL로 낮아 높은 항균활성을 나타냈고, *S. aureus*는 0.5 mg/mL로 나타났다. 그람음성균인 *E. coli*에서 첨가 농도가 0.25 mg/mL로 가장 낮아 높은 항균활성을 나타냈고, *S. typhimurium* 0.5 mg/mL 및 *P. fluorescens*는 0.5 mg/mL로 비교적 높아 낮은 항균활성을 나타냈다. 그러나 젖산균과 효모 등의 균주에서는 1.5 mg/mL이상의 농도에서도 항균 효과는 나타나지 않았다.

Table 3. Minimum inhibitory concentration(MIC) of the methanol extracts of *P. mume* fruit(Baekgaha) against several microorganisms

Strains	Growth at various concentration (mg/mL)					MIC (mg/mL)
	0.1	0.25	0.5	1.0	1.5	
<i>B. cereus</i>	+ ^{a)}	± ^{b)}	- ^{c)}	-	-	0.25
<i>B. subtilis</i>	+	±	-	-	-	0.25
<i>S. aureus</i>	+	+	±	-	-	0.5
<i>E. coli</i>	+	±	-	-	-	0.25
<i>S. typhimurium</i>	+	+	±	-	-	0.5
<i>P. fluorescens</i>	+	+	±	-	-	0.5
<i>L. plantarum</i>	+	+	+	+	+	ND ^{d)}
<i>Leu. mesenteroides</i>	+	+	+	+	+	ND
<i>S. cerevisiae</i>	+	+	+	+	+	ND
<i>H. anomala</i>	+	+	+	+	+	ND

^{a)}growth, ^{b)}uncertain in growth, ^{c)}no growth, ^{d)}not detected.

매실 메탄올 추출물의 열 안정성 및 pH 안정성

매실의 열 안정성을 알아보기 위하여 60~80°C에서 30~60분동안, 90°C~100°C에서 10~30분 동안 열처리 한 결과는 Table 4와 같다. 80°C~90°C에서는 21.4~22.6 mm 이고 100°C에서 30분간 가열하였을 때도 21.1 mm로 거의 변화가 없는 것으로 나타나 매실 메탄올 추출물은 열에도 안정한 물질임을 알 수 있었다. 매실의 pH에 대한 안정성을 조사한 결과는 Table 5와 같다. pH 3에서 *B. cereus*, *E. coli* 가 22.5

mm, 22.8 mm, pH 5에서 22.4 mm, 22.5 pH 7에서 22.1 mm, 22.0 mm, pH 9에서 19.4 mm, 19.6 mm로 pH가 낮을수록 강한 항균활성을 보였으나 pH 7까지는 항균활성이 큰 차이를 보이지 않아 pH에 비교적 안정하였다.

Table 5. Effect of pH change on the antimicrobial activity of methanol extracts for *B. cereus* and *E. coli*

Strains	Clear zone on plate (mm) ¹⁾ (8.0 mg/disk)				
	Control	pH			
		3	5	7	9
<i>B. cereus</i>	22.4	22.5	22.4	22.1	19.4
<i>E. coli</i>	22.8	22.8	22.5	22.0	19.6

¹⁾Diameter.

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

DPPH free radical 소거작용

매실 추출물별 DPPH free radical 소거능은 Fig. 3 과 같이 나타났으며, methanol, ethylacetate, 물 순으로 소거능이 높음을 알 수 있으며 hexane과 ether에서는 전자공여능이 거의 나타나지 않았다. 매실의 품종에 따른 DPPH free radical 소거능은 백가하, 남고, 천매, 앵숙 순으로 강하게 나타났지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

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.

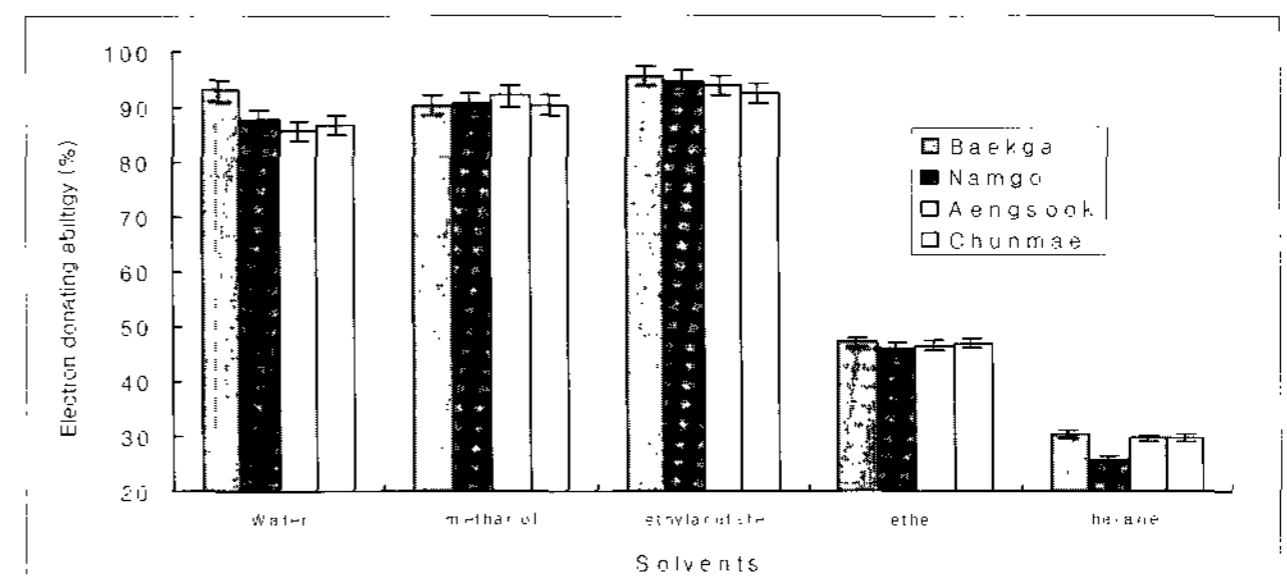


Fig. 3. Electron donating ability of *P. mume* fruit extract fractions and cultivars on DPPH free radical.

Table 4. Effect of heat treatment of methanol extracts on the growth inhibitory activity of *P. mume* fruit(Baekgaha) against *B.cereus* and *E. coli*

Strains	Conc.	Clear zone on plate(mm) ¹⁾ (8.0 mg/disk)																	
		Heating time(min)																	
		60°C				70°C				80°C				90°C				100°C	
		30	40	50	60	30	40	50	60	30	40	50	60	10	20	30	10	20	30
<i>B. cereus</i>	22.4	22.5	22.3	22.3	22.2	22.4	22.4	22.3	22.1	22.3	22.1	22.0	19.9	22.0	21.6	21.4	21.7	21.4	21.2
<i>E. coli</i>	22.8	22.6	22.6	22.5	22.3	22.4	22.3	22.3	22.1	22.6	22.4	22.3	22.0	22.3	22.3	22.1	21.8	21.5	21.1

¹⁾Diameter(mm).

요 약

신약개발 이나 건강기능성 식품 개발의 기초 자료 제공을 목적으로 매실 품종별 일반성분을 분석하고 생리활성을 검정한 결과는 아래와 같다. 매실의 개체당 평균 수분 함량은 89.94~90.62% 범위로서 품종간 큰 차이가 없었으며 단백질 함량은 앵숙, 백가하가 다소 높게 나타났지만 품종별로 큰 차이는 보이지 않았다. 조회분의 함량은 천매, 백가하가 앵숙, 남고에 비하여 회분함량이 높은 것을 확인하였으며 매실의 조섬유와 조지방의 함량변화는 품종간 유의적인 차이가 나타나지 않았다. Methanol, Water, Hexane, Ethylacetate 및 Ether 추출물의 항균활성 검색 결과 methanol에서 가장 크게 나타났으며 품종별 항균활성은 천매, 백가하가 앵숙, 남고에 비하여 약간 강한 활성을 보임을 확인하였다. 매실 추출물은 0.5 mg/mL 이상의 농도에서 세균에 대하여 억제효과를 보였으나 젖산균과 효모에서는 1.5 mg/mL 이상에서도 억제효과를 나타내지 않았다. 항균활성을 가진 메탄올 추출물의 활성은 100°C에서 30분 가열한 조건에서도 안정함을 확인하였고, pH 변화에 따른 안정성은 큰 차이를 보이지 않았다. 용매에 따른 전자공여능은 methanol > ethylacetate > water > ether > hexane 순으로 높게 나타났으며 품종간의 차이는 크지 않았다.

감사의 글

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

참고문헌

1. 黒上泰治 (1967) 果樹園藝名論. 日本 養賢堂, p. 317
2. 김의부 (1991) 매실재배. 오성출판사, p. 21
3. 佐公勝一, 森英男 外三人 (2000) 日本 果樹園藝大事典. 養賢堂, p. 720-972
4. 神農本草經 (1971) 文光圖書有限公司, p. 193
5. 李時珍 (1971) 圖解本草綱目. 高文社, p. 992
6. 신민교 (1986) 임상본초학. 남산당, p. 581
7. 許浚 (1967) 東醫寶鑑. 南山堂, p. 1160-1161
8. Cha, H.S, Hwang, J.B, Park, J.S, Pack, Y.K, Jo, J.S. (1999) Changes in Chemical Composition of Mume (*Prunus mume sieb. et Zucc*) Fruit during Maturation. Korean J. Post-harvest Sci. Technol. Agr. Products, 6, 481-487
9. Song, B.H, Choi, K.S, Kim, Y.D. (1997) Changes of Physicochemical and Flavor Components of Ume According to Varieties and Picking Date. Korean J. Post-harvest Sci. Technol. Agr. Products, 4, 77-85
10. 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
11. 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
12. 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
13. 최건우 (1992) 매실농축액 복용이 All-Out 운동 후 회복 정도에 미치는 영향. 한양대학교 대학원
14. 이태훈 (1988) 암세포 증식에 미치는 매실 extracts의 영향 연구. 고려대학교 대학원
15. Shim J.H., Park, M.W., Kim, M.R., Lim, K.T. and Park, S.T. (2002) Screening of antioxidant in fructus mume(*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) extract. J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 45, 119-123
16. Piddock, L.J.V, (1990) Techniques used for the determination of antimicrobial resistance and sensitivity in bacteria, J. Appl. Bacteriol., 68, 307-318
17. Bauer, A.W., M.M. Kibby, J.C. Sherris and M. Turck. (1966) Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. Am. J. Clin. Pathol., 45, 493-496
18. Barry, A.L. and Lasner, R.A. (1979) In-vitro methods for determining minimal lethal concentrations of antimicrobial agents. Am. J. Clin. Pathol., 71, 88-92
19. Pearson, R.D., R.T. Steigbigel, H.T. Davis and S.W Chapman. (1980) Method for reliable determination of minimal lethal antibiotic concentrations. Antimicrob. Agents Chemother., 18, 699-708
20. Blois MS. (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature., 26, 1199-1744
21. A.O.A.C. (1984) Official Methods Analysis 14thEd, Association of official analytical chemists. Washington D.C.

(접수 2007년 12월 11일, 채택 2008년 2월 22일)