

비파 부위별 용매추출물의 항균 및 항산화 활성

배영일 · 정영철* · 심기환

경상대학교 응용화학식품공학부 · 농업생명과학연구원, *진주전문대학 식품영양과

Antimicrobial and Antioxidant Activities of Various Solvent Extract from Different Parts of Loquat (*Eriobotrya japonica*, Lindl.)

Young-Il Bae, Young-Chul Chung* and Ki-Hwan Shim

Division of Applied Chemistry & Food Science and Technology/Institute of Agriculture & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

*Department of Food and Nutrition, Jinju Junior College, Jinju 663-759, Korea

Abstract

Antimicrobial and antioxidative activities of various solvent extracts from different parts of the loquat were investigated to process it as the functional food. The extraction yield showed higher in butanol fraction of 4.95% in peel and 4.42% in seed than others, but water fraction showed high extraction yield of 3.89% in leaf, 23.6% in the seedless fruit and 21.1% in fresh. In the antimicrobial activity test, ethyl acetate fraction that leaf and fruit excluded seed inhibited higher 19, 15 mm and 16, 15 mm in clear zone for *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in each. Ethyl acetate fraction that extracted from a series of polar and nonpolar solvent fractionation of methanol extracts showed better results in the hydrogen donating activity of 82% in leaf, 74% in seedless fruit, 68% in seed, 52% in peel and 30% in fresh.

Key words : loquat, antimicrobial activity, hydrogen donating activity, solvent extraction

서 론

천연물에 존재하는 항균성 물질을 식품 보존에 이용하고자 오래 전부터 미생물과 식물분야에서 광범위하게 연구되어 각종 병원성 세균과 진균류에 강한 항균력이 인정되어 치료제로 각광을 받아 왔으나 장기간 투여시 빈혈, 부종, 위염 및 뇌질환 등의 많은 부작용이 있었다(1-3). 이에 대한 보완책으로 미생물에서 분리된 항생물질 보다 부작용이 적은 생약 및 천연물에서 분리된 항균물질에 관한 많은 연구가 진행되고 있다(4, 5). 그리고, 생체조직과 식품 등에서 안전성 및 식품의 품질에 큰 문제가 되고 있는 지질산화물 억제하기 위해 현재 많이 사용되는 있는 BHA, BHT 등의 합성 항산화제는 간 비대, 간의 microsomal enzyme 활성 증가, 체내에 흡수물질의 일부가 독성물 혹은 발암성을 유발(6)함으로써 그 사용량을 법적으로 엄격히 규제하고 있기 때문에 독성이 거의 없는 천연물로부터 산화방지제를 개발하려는 연구가 활발히 진행되어 왔다(7).

따라서, 본 연구에서는 우리 나라 남부지방에 주로 재배되고 있는 비파(*Eriobotrya japonica*, Lindl.)가 옛부터 민간요법으로 청폐, 건위, 부종, 이뇨, 폐열해소, 기관지염, 구역질 및 딸꾹질 등에 효능(8, 9)이 있다고 알려진 비파잎과 통조림, 술, 잼 및 젤리 등에 이용(10, 11)되고 있는 과실 및 종자를 천연 보존료 개발 및 새로운 기능성 식품의 소재로서 활용하기 위한 목적으로 비파를 부위별로 구분하여 각종 용매 및 계통분획 추출물을 이용하여 각종 병원성균과 식중독균에 대하여 항균활성을 조사하였으며, 항균성이 강하게 나타난 에칠아세테이트 분획물을 이용하여 최소저해농도 및 항산화 활성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 비파(*Eriobotrya japonica*, Lindl.)는 재래종인 전중(田中)을 1997년 10월에 경남 거제에서 재배된 것을 채취 및 수확하여 냉동보관하면서 부위별(잎, 씨를 제거한 과실, 과피, 과육 및 종자)로 구분하여 실험하였다.

Corresponding author : Ki-Hwan Shim, Division of Applied Chemistry & Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea
E-mail : khshim@nongae.gsnu.ac.kr

추출방법

시료의 용매별 추출은 건조시료 100 g에 물, 메탄올, 핵산, 클로로포름 및 에칠아세테이트 각각 300 mL를 첨가하여 60°C에서 3시간 환류냉각 추출을 3회 반복하여 냉각한 다음 매회 여과한 여액을 혼합하고 회전진공농축기로 농축하여 시료로 사용하였다. 용매 분획별 시료는 시료 200 g을 메탄올 600 mL로 3회 추출하여 각 용매(메탄올, 핵산, 클로로포름 및 에칠아세테이트 등)별로 분획하여 상기의 방법으로 농축한 후 냉장보관하면서 시료로 사용하였다.

추출수율

용매별 및 각 분획별 추출물의 함량은 추출시료를 정용한 용액 1 mL를 취해 105°C에서 건조후 증발 잔사량을 확인하여 시료에 대한 추출수율을 백분율로 환산하였다.

사용균주 및 배지

균주는 그람 양성세균 *Staphylococcus aureus*(ATCC 10537), *Bacillus subtilis* (ATCC 9372), *Streptococcus mutans*(ATCC 88022) 3종과 그람음성세균 *Salmonella typhimurium*(ATCC 14028), *Escherichia coli*(ATCC 15489) 2종을 사용하였으며, 균 생육배지는 nutrient broth(Difco, U.S.A)에 각각 20 μ l를 접종하여 37°C에서 24 h 배양하였다.

항균활성

항균활성은 paper disc(ϕ 8 mm)를 이용한 agar diffusion법(12)을 이용하였다. 즉, 각 균주용 기층 배지를 페트리디쉬에 분주하여 평판 고형화시키고, 1일간 배양한 균 100 μ l를 멸균봉으로 도말하여 각 추출물 2.5 mg을 흡수시킨 후 추출물의 용매를 증발시킨 disc paper를 평판배지 위에 올려놓고 각 균주의 배양조건에 따라 배양하여 disc 주위의 clear zone의 직경(mm)을 측정·비교하였다.

최소저해농도

최소저해농도는 각 균주용 기층 배지를 페트리디쉬에 분주하여 평판 고형화시키고, 1일간 배양한 균 100 μ l를 멸균봉으로 도말하여 각 추출물 최종 농도가 0, 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0 mg되도록 추출물을 disc paper에 흡수시킨 후 추출물의 용매를 증발시킨 disc paper를 평판배지 위에 올려놓고 각 균주의 배양조건에 따라 배양하여 clear zone의 직경을 측정·비교하여 최소저해농도를 확인하였다.

수소공여능 측정

시료에 대한 수소공여능은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH)의 환원성을 이용하여 516 nm에서 UV/Vis-spectrophotometer (Shimadzu Co., Japan)로 측정하였다. 즉, Z' 추출물(0.5 mg/ml)과 대조구로 사용한 BHA, BHT 및 tocopherol의 농도를 0.1% 되게 조제한 시료 1 mL와 4×10^{-4} M DPPH 용액 3 mL를 5초 동안 vortex mixer로 혼합하여 실온에서 10분간 방치한 후 증류수에 대한 흡광도를 측정하고, 대조구는 시료 대신 에탄올 1 mL를 첨가하여 대조구에 대한 흡광도의 감소비율로 나타내었다.

$$\text{수소공여능 (\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}} \right) \times 100$$

결과 및 고찰

추출수율

비파의 기능성에 적합한 용매를 선정하기 위하여 각 용매별로 추출수율을 확인한 결과는 Table 1과 같다. 즉, 극성용매인 메탄올 추출물에서 잎은 27.8%, 씨를 제거한 과실 34.1%, 과육 46.8% 및 과피 31.5%로 추출수율이 가장 높게 나타난 반면, 중자의 경우 물 추출물에서 16.0%로 높게 나타났다. 따라서, 시료처리의 용이성과 추출수율이 높은 메탄올 추출물을 극성 및 비극성 용매를 이용한 순차별 용매추출법에 의한 추출물의 수율은 Table 2와 같다. 부탄올 분획물에서 과피 4.95% 및 종자 4.42%로 추출수율이 높게 나타난 반면, 잎, 씨를 제거한 과실 및 과육은 극성 용매인 물분획물에서 각각 5.10%, 23.60%와 21.10%로 높게 나타났다. 또한, 순차별 용매 분획물 중 추출수율은 씨를 제거한 과실 및 과육에서 가장 높게 나타났다.

Table 1. Yield of various solvent extracts from different part of loquat

Sample	Yield of extract (%)			
	Methanol	Hexane	Chloroform	Water
Leaf	27.8	9.0	6.0	22.4
Fruit ¹⁾	34.1	0.4	3.2	54.0
Flesh	46.8	0.9	2.1	24.0
Peel	31.5	2.5	2.0	24.0
Seed	5.3	1.2	1.9	16.0

¹⁾Seedless fruit.

Table 2. Yield of various solvent fractions of methanol extracts from different part of loquat

Sample	Yield of extract (%)				
	Hexane	Chloroform	Ethyl acetate	Butanol	Water
Leaf	0.57	0.28	0.36	3.89	5.10
Fruit ¹⁾	1.87	0.75	3.45	7.63	23.60
Flesh	1.16	0.69	0.93	2.65	21.10
Peel	0.71	0.43	0.83	4.95	0.90
Seed	0.54	1.20	3.70	4.42	3.97

¹⁾Seedless fruit.

항균활성

미생물에 의한 식품의 부패 및 변질을 방지하기 위하여 비파의 용매별 항균활성을 확인한 결과는 Table 3 및 4와 같다. 즉, 잎의 경우 용매별 항균활성에서 메탄올층에서 그람 양성 및 음성균 모두 항균활성이 높게 나타났으며, 그 중에서 *Salmonella typhimurium*에서 13 mm의 clear zone이 나타난 반면, 핵산, 클로로포름 및 물층은 항균활성이 거의 나타나지 않았다. 씨를 제거한 과실은 메탄올과 클로로포름 추출물에서 그람 양성 및 음성균의 clear zone이 각각 10~13 mm, 10~14 mm 정도로 나타났으나 종자는 항균활성이 거의 없었다.

Table 3. Antimicrobial activities of various solvent extracts from loquat leaf

Strain ¹⁾	Clear zone on plate (mm) ²⁾ (2.5 mg/disk)			
	Methanol	Hexane	Chloroform	Water
Gram (+) bacteria				
<i>Staphylococcus aureus</i>	11	- ³⁾	-	-
<i>Bacillus subtilis</i>	10	-	-	-
<i>Streptococcus mutans</i>	10	-	-	-
Gram (-) bacteria				
<i>Salmonella typhimurium</i>	13	-	-	-
<i>Escherishia coli</i>	11	-	-	-

¹⁾Strains were incubated on each medium at 37°C for 48 h.

²⁾Diameter. ³⁾Not detected.

Table 4. Antimicrobial activities of various solvent extracts from loquat seedless fruit

Strain ¹⁾	Clear zone on plate (mm) ²⁾ (2.5 mg/disk)			
	Methanol	Hexane	Chloroform	Water
Gram (+) bacteria				
<i>Staphylococcus aureus</i>	11	- ³⁾	10	-
<i>Bacillus subtilis</i>	10	-	13	-
<i>Streptococcus mutans</i>	11	-	12	-
Gram (-) bacteria				
<i>Salmonella typhimurium</i>	13	-	12	-
<i>Escherishia coli</i>	11	-	14	-

¹⁾Strains were incubated on each medium at 37°C for 48 h.

²⁾Diameter. ³⁾Not detected.

Table 5. Antimicrobial activities of various solvent fractions of methanol extract from loquat leaf

Strain ¹⁾	Clear zone on plate (mm) ²⁾ (2.5 mg/disk)					
	Methanol	Hexane	Chloroform	Ethyl acetate	Butanol	Water
Gram(+) bacteria						
<i>Staphylococcus aureus</i>	- ³⁾	-	-	19	11	-
<i>Bacillus subtilis</i>	-	-	-	19	11	-
<i>Streptococcus mutans</i>	-	-	-	14	9	-
Gram(-) bacteria						
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	-	16	10	-
<i>Escherishia coli</i>	-	-	-	15	10	-

¹⁾Strains were incubated on each medium at 37°C for 48 h.

²⁾Diameter. ³⁾Not detected.

Table 6. Antimicrobial activities of various solvent fractions of methanol extract from loquat seedless fruit

Strain ¹⁾	Clear zone on plate (mm) ²⁾ (2.5 mg/disk)					
	Methanol	Hexane	Chloform	Ethyl acetate	Butanol	Water
Gram(+) bacteria						
<i>Staphylococcus aureus</i>	- ³⁾	-	11	15	9	-
<i>Bacillus subtilis</i>	-	-	11	13	7	-
<i>Streptococcus mutans</i>	-	-	8	15	10	-
Gram(-) bacteria						
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	13	15	10	-
<i>Escherishia coli</i>	-	-	10	16	12	-

¹⁾Strains were incubated on each medium at 37°C for 48 h.

²⁾Diameter. ³⁾Not detected.

Table 7. Antimicrobial activities of various solvent fractions of chloroform extracts from loquat seedless fruit

Strain ¹⁾	Clear zone on plate (mm) ²⁾ (2.5 mg/disk)					
	Methanol	Hexane	Chloform	Ethyl acetate	Butanol	Water
Gram (+) bacteria						
<i>Staphylococcus aureus</i>	9	- ³⁾	10	15	18	16
<i>Bacillus subtilis</i>	9	-	8	12	12	11
<i>Streptococcus mutans</i>	10	-	9	11	15	14
Gram (-) bacteria						
<i>Salmonella typhimurium</i>	10	-	8	11	15	13
<i>Escherishia coli</i>	9	-	8	10	12	9

¹⁾Strains were incubated on each medium at 37°C for 48 h.

²⁾Diameter. ³⁾Not detected.

비파의 용매별 추출물 중 항균활성이 가장 높은 메탄올 추출물을 극성 및 비극성 용매를 이용하여 순차별로 분획한 후 항균활성을 분석한 결과는 Table 5 및 6과 같다. 즉, 잎의 경우 에칠아세테이트와 부탄올 분획물에서 항균활성이 가장 높게 나타났고, 씨를 제거한 과실의 경우 에칠아세테이트, 클로로포름 및 부탄올 분획물 순으로 항균활성이 높았다. 균주에 대한 clear zone의 직경을 확인한 결과 잎의 에칠아세테이트 분획물은 그람 양성균인 *Staphylococcus aureus*와 *Bacillus*

*subtilis*에서 각각 19 mm, 그람 음성균인 *Salmonella typhimurium*에서 16 mm로 항균활성이 높게 나타났다. 씨를 제거한 과실의 경우 에칠 아세테이트 분획물에서 그람 양성균인 *Staphylococcus aureus*와 *Streptococcus mutans*에서 각각 15 mm, 그람 음성균인 *Escherichia coli*에서 16 mm로 항균활성이 높게 나타났다. 그리고, 씨를 제거한 과실에서 용매별 항균활성이 높은 클로로포름 층을 계통분획하여 항균활성을 확인한 결과는 Table 7과 같다. 즉, 부탄올, 물, 에칠아세테이트 및 클로로포름 분획물 순으로 항균활성이 높게 나타났으며, 균주에 대한 clear zone의 직경을 조사한 결과 부탄올과 클로로포름 분획물의 경우 각각 *Staphylococcus aureus* 18 mm와 10 mm, *Streptococcus mutans* 15 mm와 9 mm 순으로 항균활성이 나타났다. 최근 김 등(13)이 보고한 고수 부위별 추출물 중 에칠아세테이트 분획물이 그람 양성 및 음성균에 대하여 항균활성이 높게 나타났다고 보고하여 본 연구결과와 비슷한 경향이었으나 비파추출물에 비해 고수추출물이 전반적으로 항균활성이 낮았다. 이러한 결과는 전보(14, 15)의 연구결과 중 비파의 항균력은 잎의 경우 polyphenol과 terpene류, 과실은 flavonoid와 유기산에 의해 항균활성이 나타나는 것으로 추정된다.

최소저해농도

비파의 순차별 용매 분획물 중 항균활성이 높은 에칠아세테이트 분획물에 대한 최소저해농도를 clear zone으로 확인한 결과는 Table 8 및 9와 같다. 즉, 에칠아세테이트 분획물을 0.1~2.0 mg을 첨가하였을 때 대부분의 균에서 clear zone이 나타나지 않았지만 0.5 mg 첨가시 그람 양성균인 *Staphylococcus aureus*에서 10 mm, 그람 음성균인 *Salmonella typhimurium*은 1.0 mg 첨가시 10 mm 정도의 최소저해농도가 나타났다. 씨를 제거한 과실은 1.0 mg 첨가시 그람 양성균인 *Streptococcus mutans* 9 mm, 그람 음성균인 *Escherichia coli*와 *Salmonella typhimurium*에서 각각 10 mm 정도의 최소저해농도가 나타났다.

Table 8. Respective minimum inhibitory concentrations of ethyl acetate fraction of methanol extract against microbials from loquat leaf

Strain ¹⁾	Clear zone on plate (mm) ²⁾				
	0.1 mg	0.5 mg	1.0 mg	1.5 mg	2.0 mg
Gram(+) bacteria					
<i>Bacillus subtilis</i>	- ³⁾	-	14	16	18
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	10	12	16	17
<i>Streptococcus mutans</i>	-	-	12	14	16
Gram(-) bacteria					
<i>Escherichia coli</i>	-	-	12	14	16
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	10	12	14

¹⁾Strains were incubated on each medium at 37°C for 48 h.

²⁾ Diameter. ³⁾ Not detected.

Table 9. Respective minimum inhibitory concentrations of ethyl acetate fraction of methanol extract against microbials from loquat seedless fruit

Strain ¹⁾	Clear zone on plate (mm) ²⁾				
	0.1 mg	0.5 mg	1.0 mg	1.5 mg	2.0 mg
Gram(+) bacteria					
<i>Bacillus subtilis</i>	- ³⁾	-	12	14	14
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	10	10	12
<i>Streptococcus mutans</i>	-	-	9	10	11
Gram(-) bacteria					
<i>Escherichia coli</i>	-	-	10	11	12
<i>Salmonella typhimurium</i>	-	-	10	12	14

¹⁾Strains were incubated on each medium at 37°C for 48 h.

²⁾Diameter. ³⁾Not detected.

Table 10. Hydrogen donating activities of various solvent extracts from different part of loquat

Sample	Hydrogen donating activities (%)			
	Methanol	Hexane	Chloroform	Water
Leaf	55	30	24	4
Fruit ¹⁾	80	39	50	70
Flesh	21	17	16	11
Peel	60	25	48	67
Seed	61	- ²⁾	27	49

¹⁾Seedless fruit. ²⁾Not detected.

Table 11. Hydrogen donating activities of various solvent fractions of methanol extract from different part of loquat

Sample	Hydrogen donating activities (%)				
	Hexane	Chloroform	Ethyl acetate	Butanol	Water
Leaf	3	36	82	65	51
Fruit ¹⁾	45	63	74	48	65
Flesh	17	26	30	12	19
Peel	24	40	52	42	51
Seed	- ²⁾	-	68	45	57

¹⁾Seedless fruit. ²⁾Not detected.

수소공여능

비파의 항산화성을 분석하여 활성산소를 억제하는 천연 항산화제 및 생체조절 물질로 이용하고자 DPPH 시약을 이용하여 추출 용매별로 수소공여능을 분석한 결과는 Table 10과 같다. 즉, 극성용매인 메탄올 추출물에서 잎은 55%, 씨를 제거한 과실 80%, 과육 21% 및 종자 61%로 수소공여능이 가장 높게 나타난 반면, 과피는 물 추출물에서 67%로 높게 나타났으며, 특히, 씨를 제거한 과실에서 가장 높게 나타났다. 비파의 용매별 추출물 중 수소공여능이 가장 높은 메탄올 추출물을 극성과 비극성 용매로 순차별로 분획하여 수소공여능을 분석한 결과는 Table 11과 같다. 즉, 용매별 분획물 중 잎은 82%, 씨를 제거한 과실 74%, 과육 30%, 과피

52% 및 종자 68%로 에칠아세테이트 분획물에서 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 잎은 부탄올 분획물에서 65%, 씨를 제거한 과실, 과육, 과피 및 종자는 물 분획물에서 각각 65%, 51%, 19% 및 57%로 높게 나타났다. 특히, 합성 항산화제인 BHA와 BHT, 천연 항산화제인 tocopherol에서 각각 79.3%, 76.4% 및 76.5%의 수소공여능에 비해 비파잎의 에칠아세테이트 분획물이 효과적이었고, 과실의 경우 합성 항산화제와 천연 항산화제에 비해 수소공여능이 낮았다. 이러한 결과는 국내 생약재 추출물 중 목단과 황금추출물의 수소공여능이 각각 80%로 나타났다고 보고(16)하여 비파잎의 수소공여능과 비슷한 경향이었으나 그 외 다른 부위는 목단과 황금추출물에 비해 수소공여능이 낮게 나타났다.

요 약

비파 부위별 추출물의 항균성과 항산화 활성을 조사한 결과는 다음과 같다.

과피 및 종자의 추출수율은 부탄올 분획물에서 각각 4.95%와 4.42%로 높게 나타난 반면, 잎, 씨를 제거한 과실과 과육은 물분획물에서 각각 5.10%, 23.60% 및 21.10%로 높게 나타났다. 항균활성은 잎과 씨를 제거한 과실의 경우 clear zone이 각각 *Staphylococcus aureus*에서 19 mm, 15 mm, *Escherichia coli*에서 15 mm, 16 mm로 에칠 아세테이트 분획물에서 항균활성이 높게 나타났다. 비파의 메탄올 추출물을 극성과 비극성 용매로 순차별로 분획한 수소공여능은 잎에서 82%, 씨를 제거한 과실 74%, 종자 68%, 과피 52% 및 과육 30%로 에칠 아세테이트 분획물에서 가장 높았다.

감사의 글

이 논문은 한국과학재단의 핵심전문연구과제 (961-0605-037-2)연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Branen, A.L., Davidson, P.M. and Katz, B. (1980) Antimicrobial properties of phenolic antioxidants and lipids. *Food Technol.*, 34, 42-46
2. Park, U.Y. Chang, D.S. and Cho, H.R. (1992) Screening of antimicrobial activity for medical herb extracts. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 21, 91-97
3. Shadomy, S., Shadomy, H. T. and Wagner, G. E. (1977) Antifungal compound. New York, 437-441
4. Tomas-Lorente, F., Iniesta-Sanmaritin, E., Tomas-Barberan, A. Trowitzsch-Kienast, W., and Wary, V (1989) Antifungal phloroglucinol derivatives and lipophilic flavonoids from *Helichrysum decumbens*. *Phytochemistry*, 28, 1613-1618
5. Park, J.C., You, Y.B., Lee, J.H. and Kim, N.J. (1994) Anti-inflammatory and analgesic effects of the components from some edible plants. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 23, 671-677
6. 芝崎勳 (1983) 항균성 천연첨가물 개발의 현황과 사용상의 문제점. *New food industry*, 25, 28-31
7. Choi, U., Shin, D.H., Chang, Y.S. and Shin, J.I. (1992) Screening of natural antioxidant from plant and their antioxidative effect. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24, 142-148
8. 김태정 (1996) 한국의 자원식물도감 II. 서울대학교 출판부, p. 177
9. 이창복 (1982) 대한식물도감. 향문사, p. 457
10. 김창민, 신민교, 안덕균, 이경준 (1998) 증약대사전. 도서출판정당, 5, 2468-2475
11. 육창수 (1989) 원색한국약용식물도감. 아카데미 서적, p. 261
12. Farag, R.S., Daw, Z.Y. Hewei, F.N. and El-Baroty, G.S.A. (1989) Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *J. Prot.* 52, 665-671
13. Kim, Y.D., Kang, S.K. and Choi, O.J. (2001) Antimicrobial activity of Coriander(*Coriandrum sativum* L.) extract. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30(4), 692-696
14. Bae, Y.I., Seo, K.I., Park, S.K. and Shim, K.H. (1998) Loquat(*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf tea processing and its physicochemical properties. *Korean J. postharvest Sci. Technol.*, 5, 262-269
15. Bae, Y.I., Moon, J.S. and Shim, K.H. (1998) Loquat(*Eriobotrya japonica* Lindl.) juice processing and its physicochemical properties. *Korean J. postharvest Sci. Technol.*, 5(3), 270-274
16. Kim, H.K., Kim, Y.E., Do, J.R., Lee, Y.C. and Lee, B.Y. (1995) Antioxidative activity and physiological activity of some Korean medicinal plants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 80-85.