ISSN 1229-8565 (print) ISSN 2287-5190 (on-line)
한국지역사회생활과학회지 26(3) : 541~549, 2015
Korean J Community Living Sci 26(3) : 541~549, 2015
http://dx.doi.org/10.7856/kjcls.2015.26.3.541

비파 부위별 분말의 영양성분 비교

이 환 · 김 연 경 · 이 재 준†
조선대학교 식품영양학과

A Comparison of Nutritional Components of Loquat (*Eriobotrya japonica*Lindl.) Powder in Different Aerial Components

Hwan Lee · Yeon-Kyoung Kim · Jae-Joon Lee†
Dept. of Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju, Korea

ABSTRACT

This study compares the major nutritional components of the leaf, flesh, and seed of dry loquat (*Eriobotrya japonica*Lindl.). Among proximate compositions, the crude fat, crude ash, and dietary fiber of the leaf exceeded those of the seed and flesh, whereas the carbohydrate content of the leaf was lower than that of the seed and flesh. The main component of free sugars in the leaf, flesh, and seed was fructose. Total amino acids of the leaf, flesh, and seed were 552.43, 63.00, and 260.29 mg%, respectively. Although the amino acid composition of the leaf, flesh, and seed varied, glutamic acid and γ-aminobutyric acid were the major amino acids in the leaf, flesh, and seed. Major fatty acids of total lipid were oleic acid and stearic acid in the leaf and seed, and the major acid was linoleic acid in the flesh. Major organic acids were oxalic acid in the leaf, maleic acid in the flesh, and citric acid in the seed. Vitamin C content was higher in the seed than in the leaf and flesh.

Key words: loquat, leaf, flesh, seed, nutritional components

I. 서론

비파나무는 장미과(Resaceae)의 상록교목으로 높이가 5 m 내외로 잎은 어긋나고 타원상의 긴 난형이며, 길이는 15~25 cm로 표면에는 털이 없으며 광택이 나고 뒷면에 털이 있다. 우리나라에서는 제주도, 경남 및 전남지방 등 온화한 기후 조건에서 주로 자생하고 있다. 비파(*Eriobotrya japonica* Lindl.)는 잎과 과육에 당질, 비타민 및 무기질과 같은 영양소들을 골고루 함유하고 있어 식품으로서 가치가 높을 뿐만 아니라 우수한 약리효능이 계속해서 밝혀짐에 따라 건강 기능성 식품 신소재로서 소비가 꾸준히 증가하고 있다(Cho et al. 1991). 비파 잎은 예로부터 민간요법으로 청폐, 진해, 거담, 건위 및 이뇨작용이 있다고 하며, 폐열해

접수일: 2015년 6월 30일 심사일: 2015년 8월 5일 게재확정일: 2015년 8월 11일
†Corresponding Author: Lee, Jae-Joon Tel: 82-62-230-7725 E-mail: leejj80@chosun.ac.kr
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

소, 기관지염, 구역질, 딸꾹질 및 부종 등에 효능이 있다고 알려져 있고(Yook 1981; Lee 1982), 이로 인해 중국 및 일본에서는 비파 잎을 만성천식에 대해 민간약으로 사용해 왔다(Namba 1994). Whang et al. (1996)의 연구에 의하면 비파는 민간에서 항암제로 오래전부터 사용되어 왔다고 하였으며, 비파 잎에는 sesquiterpene 류인 ferulic acid, nerolidol 배당체 등이 함유되어 있으며(Lee et al. 2004), triterpene 계열의 화합물로서 ursolic acid, oleanolic acid, maslinic acid, tormentic acid, hyptadienic acid 등이 함유되어 있고, terpenoid와 flavonoid 등의 화합물을 다량 함유하고 있어, 항당뇨, 항산화, 항염증, 항돌연변이 및 항암활성 등이 보고되고 있다(Choi et al. 1992). 비파 씨에는 polyphenol 화합물 군과 amygdalin 등이 함유되어 있어 산화적 스트레스를 감소시키는 항산화 효과를 갖는다고 보고되었으며(Nazato et al. 1994; Shimizu et al. 1996; Jung et al. 1999; Taniguchi et al. 2002), kaempherol 배당체와 chlorogenic acid 등이 함유되어 있음이 밝혀졌다(Shimizu et al. 1989; Jung et al. 1999).

비파는 사과, 배, 감귤, 감 등과 같이 인과류에 속하며, 과육에는 carotenoid 색소를 많이 함유되어 있다. 특히 숙성되면 당분이 증가하고 유기산이 감소하여 다른 과실류에 비하여 당산비가 비교적 높고 단맛이 강한 것이 특징이며(Yook 1989; Cho et al. 1991), 통조림, 잼, 젤리 등을 만드는 데 일부 이용되고 있다(Cho 1989). 비파 과육은 여러 가지 이로운 약효 성분을 함유하며 기호성이 뛰어난 과실로서 비파의 소비촉진 및 부가가치 향상을 위해 기호성과 상품성을 높일 수 있는 각종 제품개발 및 저장성 향상에 관하여 연구를 적극적으로 해야 할 필요가 있는데 비파에 관한 연구는 성분 함량 및 조성에 대하여 일부가 보고되어 있을 뿐, 비파의 영양성분, 생리활성 및 가공식품개발에 관한 연구는 아직 미비한 실정이다. 최근 들어서 우리나라 남해안 지역의 지리적, 기후적 특성이 비파재배에 적합한 것으로 판단되어 비파를 지역특화작목으로 육성하고 있어 그 재배면적이 증가하고 있는 추세이므로 제품화에 응용할 수 있는 다양한 기초 연구 자료가 필요한 실정이며 각종 건강식품 및 의약품 개발하여 국민건강 증진에 기여할 것으로 기대된다.

이에 본 연구에서도 약리효과가 우수하면서 생리활성 물질을 다량으로 함유하고 있는 것으로 알려진 비파의 과육, 씨 및 잎의 이용 가능성에 관한 연구의 일환으로 일반성분 및 영양성분 분석을 통해 비파의 영양 가치를 평가하고자 실시하였다.

Ⅱ. 연구방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 비파(*Eriobotrya japonica* Lindl.)의 열매와 잎은 2012년 6월 전라남도 목포시 전복마을(Natural food-http://www.0808.or.kr)에서 구입하여 열매는 과육과 씨로 분리하여 사용하였으며, 과육, 씨 및 잎을 수세, 정선 및 탈수과정을 거쳐 -70℃ 동결건조기에 건조하여 분쇄기로 마쇄 후 -70℃에서 냉동보관하면서 시료로 사용하였으며, 각 시험 항목에 대한 시료의 분석은 3회 반복 실시하였다.

2. 일반성분 분석

비파의 부위별 시료의 일반성분 분석은 AOAC International 방법(1995)에 준하여, 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질은 micro- kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법 및 조회분은 회화법으로 분석하였고, 식이섬유소는 효소중량법에 의하여 분석하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 및 식이섬유소 함량을 제외한 값으로 나타내었다.

3. 유리 아미노산 분석

유리 아미노산의 분석은 동결 건조한 분말 시료 2 g에 ethanol 20 mL을 가한 후 homogenizer로 10분 동안 교반하여 1,900×g에서 20분간 원심분리하였고, 잔사에 다시 75% ethanol 10 mL를 첨가하여 homogenizer로 10분 동안 교반한 후 1,900×g에서 20분간 원심분리 하였다. 상층액을 합하여 감압농축한 후 증류수로 용해시켜 sulfosalicylic acid 20 mg을 첨가하여 4℃로 1시간동안 방치시킨 다음 다시 1,900

×g에서 20분간 원심분리한 후, membrane filter (0.2 ㎛)로 여과시켜 아미노산 자동분석기(S433-H, Sykam GmbH, Germany)로 정량 분석하였다.

4. 지방산 분석

지방산 분석은 AOAC International 방법(1995)에 준하여 비파의 각 부위별 시료 5 g씩을 warming blender에 넣고 chloroform 10 mL와 methanol 20 mL을 가하고 2분간 균질화한 다음, chloroform 10 mL을 더 가한 후 30초간 균질화하였다. 여과 후 30분간 방치한 후 상층을 제거하고 무수 Na_2SO_4를 가하여 탈수한 다음 rotary vacuum evaporator로 감압·농축하였다. 지방 100 mg을 toluene 5 mL에 용해하고 Wungaarden의 방법(1967)에 따라 BF_3-Methanol로 메틸화하여 Gas Chromatography(GC-17A, Shimadzu, Tokyo, Japan)로 분석하였다.

5. 비타민 분석

비타민 A와 비타민 E 분석은 식품공전법(2005)의 시험방법을 기준으로 수행하였다. 시료 0.5 g, ascorbic acid 0.1 g 및 ethanol 5 mL를 취하여 80℃에서 10분간 가열한 후 50% KOH용액 0.25 mL을 첨가하고 20분간 가열한 다음 증류수 24 mL와 hexane 5 mL를 가하여 1,900×g에서 20분간 원심분리하였다. 상징액을 분리 후 hexane 40 mL를 가하고 원심분리하여 상징액을 분리한 다음 증류수를 가하여 10분간 방치 후 하층을 제거하였다. 이 과정을 3회 반복한 후, 전 용액을 합하여 Na_2SO_4로 탈수하고 rotary vacuum evaporator로 hexane을 감압·농축한 후, HPLC(LC-10AVP, Shimadzu, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 비타민 C 함량은 각 추출물을 0.2 ㎛ membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 표준곡선은 L(+)-ascorbic acid(Shinyo Pure Chemicals Co., LTD., Tokyo, Japan)를 표준시약으로 사용하여 최종 농도가 25, 50, 75, 100 ppm이 되도록 표준곡선을 작성하여 계산하였다.

6. 무기질 분석

무기질 분석은 AOAC International 방법(1995)에 따라 정량하였다. 시료 0.5 g, 20% HNO_3 10 mL 및 60% $HClO_4$ 3 mL를 취하여 투명해질 때까지 가열한 후, 0.5 M HNO_3으로 50 mL를 정용하였다. 분석항목별 표준용액을 혼합 후, 다른 vial에 8 mL씩 취하여 표준용액으로 하였고, 0.5 M HNO_3을 대조구로 하여 원자흡수분광광도계(AA-6501GS, Shimadzu, Tokyo, Japan)로 분석하였다.

7. 유기산 분석

유기산 분석은 AOAC International 방법(1995)에 따라 시료 1 g에 증류수 50 mL를 가하여 80℃ 수조에서 4시간 가열한 다음 Whatman filter paper(No. 2)로 여과하고, 여액을 rotary vacuum evaporator로 감압·농축한 후 증류수로 10 mL로 정용하여 Ion Chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 분석하였다.

8. 구성당 분석

구성당 분석은 Gancedo 방법(1986)에 준하여 실시하였다. 시료 1 g에 80% ethanol 50 mL를 가하여 heating mentle에서 75℃로 5시간 가열한 다음 Whatman filter paper(No. 2)로 여과하고 여액을 rotary vacuum evaporator에서 감압·농축 후 10 mL로 정용하여 Ion Chromatography (DX-600, Dionex, USA)로 총 7종의 당(fructose, glucose, sucrose, rhamnose, fucose, maltose)을 분석하였다.

9. 통계분석

모든 실험은 독립적으로 3회 반복 실시하여 얻은 결과로, 본 실험에서 얻어진 결과는 SPSS 18.0 P/C package(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 통계 분석하였다. 실험군당 평균 ± 표준오차로 표시하였고, 세 집단 이상의 평균치 분석은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후 통계적 유의성 검정은 $p<0.05$ 수준에서 Tukey's test를 이용하여 상호 검정(Post-Hoc test)하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반성분

본 실험에서 사용한 비파 분말의 부위별(과육, 잎, 씨) 건량 기준(dry basis) 일반성분 함량은 Table 1과 같다. 조단백질 함량은 비파 잎과 씨가 과육에 비하여 유의하게 높았으며, 조지방, 조회분 및 식이섬유소 함량은 비파 잎이 씨와 과육에 비하여 유의하게 높았다. 탄수화물 함량은 비파 과육과 씨가 잎에 비하여 유의하게 높았다. Bae & Shim (1998)이 한국산 비파 과육, 잎 및 씨의 일반성분은 습량기준(wet basis)으로 분석한 결과 조단백질 함량는 각각 1.44, 5.23, 4.31%, 조지방 함량은 0.44, 3.25, 0.76%, 조회분 함량은 1,22, 5.71, 7.50%로 나타났다. 또한 Lee & Kim(2009)이 비파 잎의 일반성분 함량을 분석한 결과 조단백질 3.37%, 조지방 0.26%, 조회분 3.43%로 나타났다. 본 실험의 비파가 선행연구 결과에 비하여 조단백질, 조지방, 조회분 함량이 더 높게 나타났다. 이러한 성분의 차이는 비파의 품종 및 재배환경, 비파의 채취 시기, 건조 상태의 차이로 기인된 것으로 사료된다.

2. 유리아미노산

비파 분말의 부위별(과육, 잎, 씨) 유리아미노산의 함량은 Table 2와 같다. 총 10종의 유리아미노산이 검출되었으며, 총 아미노산 함량은 비파 과육, 잎 및 씨에 각각 63.0 ± 3.67, 552.43 ± 26.87, 260.29 ± 11.34 mg%이였다. 아미노산 중 비파 씨는 phosphoserine가 107.50 ± 7.61 mg%로 가장 높았고, 비파 잎은 glutamic acid가 232.42 ± 12.75 mg%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로는 proline 순으로 나타났다. Bae & Shim(1998)이 한국산 비파의 부위별 유리아미노산을 분석한 결과는 glutamic acid가 비파 과육, 잎 및 씨에서 각각 56.96, 280.22, 74.79 mg%로 가장 높게 나타났고, γ-amino-n-butyric acid가 잎과 씨에서 116.60과 50.72 mg%로 나타났으며, proline은 잎에서 131.82 mg% 순으로 높은 것으로 보고되었다. Lee et al.(1996)의 연구 결과도 glutamic acid가 가장 높게 나타나 본 실험과 비슷한 결과를 보였다. 비파 잎처럼 차로 마시는 감 잎과 녹차 잎을 비교한 결과에 의하면 감잎에서는 아미노산이 alanine, cystine, proline, valine, threonine의 순으로 함량이 높았으며, 녹차 잎에서는 alanine, serine, valine, glutamic acid, proline의 순으로 함량이 높았는데(Jung et al. 2004), 본 실험에서는 glutamic acid, proline, γ-amino-n-butyric acid, phosphoserine의 순으로 조사되어 식물의 종류에 따라 잎의 유리아미노산 조성에 차이가 있음을 알수 있다.

3. 지방산

비파 분말의 부위별(과육, 잎, 씨) 지방산 조성은 Table 3과 같다. 구성 지방산 중 포화지방산은 비파 과육에서 stearic acid 35.04 ± 2.18%, lauric acid 10.25 ± 0.32%, myristic acid 12.44 ± 0.55%,

Table 1. Proximate compositions of loquat powder in different aerial components

(unit: % dry basis)

Items	Flesh	Leaf	Seed
Moisture	4.85 ± 0.21[2)a3)]	2.78 ± 0.13[c]	3.35 ± 0.35[b]
Crude protein	0.15 ± 0.02[b]	6.74 ± 0.31[a]	5.51 ± 1.03[a]
Crude fat	1.03 ± 0.01[b]	7.87 ± 0.38[a]	1.25 ± 0.19[b]
Crude ash	3.55 ± 0.11[b]	6.99 ± 0.15[a]	2.89 ± 0.34[bc]
Dietary fiber	4.07 ± 0.27[b]	43.61 ± 1.31[a]	4.25 ± 0.08[b]
Carbohydrate[1)]	86.35 ± 2.87[a]	32.01 ± 1.83[b]	82.75 ± 3.13[a]

[1)]Carbohydrate = 100−(moisture+crudeprotein+crudefat+crudeash+dietary fiber).

[2)]All values are expressed as the mean ± SE of triplicate determinations.

[3)]Values with different superscripts in the same row indicate significant differences at $p<0.05$ between groups based on Tukey's test.

Table 2. Amino acid content in loquat powder in different aerial components

(mg%)

Amino acid	Flesh	Leaf	Seed
Phosphoserine	1.85 ± 0.11[2),c,3)]	58.30 ± 3.15[b]	107.50 ± 7.61[a]
Proline	1.24 ± 0.09[c]	125.35 ± 9.33[a]	23.04 ± 0.18[b]
Glutamic acid	50.33 ± 3.13[b]	232.42 ± 12.75[a]	66.34 ± 1.09[b]
Gylcine	0.69 ± 0.02[b]	2.55 ± 0.26[a]	0.28 ± 0.11[c]
Alanine	1.50 ± 0.05[b]	5.37 ± 0.19[a]	0.09 ± 0.01[bc]
Valine	0.89 ± 0.02[b]	0.60 ± 0.03[b]	12.07 ± 0.15[a]
Isoleucine	0.21 ± 0.01[c]	7.05 ± 0.17[a]	0.91 ± 0.02[b]
Phenylalanine	0.02 ± 0.01[c]	20.15 ± 0.38[a]	0.82 ± 0.04[b]
γ-amino-n-butyric acid	5.92 ± 0.21[c]	98.39 ± 0.51[a]	48.32 ± 1.97[b]
Arginine	0.35 ± 0.02[c]	2.25 ± 0.10[a]	0.92 ± 0.16[b]
Total AA[1)]	63.00 ± 3.67[c]	552.43 ± 26.87[a]	260.29 ± 11.34[b]

[1)]Total AA: Total amino acid.

[2)]All values are expressed as the mean ± SE of triplicate determinations.

[3)]Values with different superscripts in the same row indicate significant differences at $p<0.05$ between groups based on Tukey's test.

Table 3. Compositions of fatty acids in loquat powder in different aerial components

(%)

Fatty acid	Flesh	Leaf	Seed
Saturates			
Lauric acid (C12:0)	10.25 ± 0.32[3),b,4)]	9.02 ± 0.21[b]	13.91 ± 0.41[a]
Myristic acid (C14:0)	12.44 ± 0.55[a]	12.13 ± 0.34[a]	10.11 ± 0.25[ab]
Pentadecanoic acid (C15:0)	10.37 ± 0.29[a]	6.43 ± 0.19[b]	5.23 ± 0.19[b]
Stearic acid (C18:0)	35.04 ± 2.18[a]	38.54 ± 1.18[a]	21.72 ± 1.07[b]
Polyenes			
Oleic acid (C18:1)	24.88 ± 0.87[b]	28.05 ± 1.04[b]	32.60 ± 1.60[a]
Linoleic acid (C18:2)	7.02 ± 0.52[b]	5.83 ± 0.61[b]	16.43 ± 0.81[a]
Total	100.00	100.00	100.00
SFA[1)]	82.10 ± 3.67[a]	66.12 ± 1.99[b]	50.97 ± 2.91
PUFA[2)]	17.90 ± 0.81[c]	33.80 ± 1.08[b]	49.03 ± 1.71[a]
PUFA/SFA	0.22 ± 0.01[c]	0.51 ± 0.02[b]	0.96 ± 0.04[a]

[1)]SFA: Saturated fatty acids.

[2)]PUFA: Polyunsaturated fatty acids.

[3)]All values are expressed as the mean ± SE of triplicate determinations.

[4)]Values with different superscripts in the same row indicate significant differences at $p<0.05$ between groups based on Tukey's test.

pentadecanoic acid 10.37 ± 0.29%의 순이었고, 비파 잎에서는 stearic acid 38.54 ± 1.18%, lauric acid 9.02 ± 0.21%, myristic acid 12.13 ± 0.34%, pentadecanoic acid 6.43 ± 0.19%, 비파 씨에서는 stearic acid 21.72 ± 1.07%, lauric acid 13.91 ± 0.41%, myristic acid 10.11 ± 0.25%, pentadecanoic acid 5.23 ± 0.19%가 검출되었

다. 불포화지방산은 비파 과육에서 oleic acid 24.88 ± 0.87%, linoleic acid 7.02 ± 0.52%, 비파 잎에서 oleic acid 28.05 ± 1.04%, linoleic acid 5.83 ± 0.61%, 비파 씨에서 oleic acid 32.60 ± 1.60%, linoleic acid 16.43 ± 0.81%가 검출되었고, 이들은 비파 씨에서 다른 부위보다 더 높게 검출되었다. 따라서 비파의 부위에 따라 지방산의 조성이 각기 다름을 확인할 수 있었다. Lee et al.(1996)은 국내산 비파 씨의 지방산 조성을 분석한 결과에는 palmitic acid가 23.72%로 다량 함유된 것으로 나왔는데 본 실험의 결과에서는 비파 씨에서 oleic acid가 32.60%로 가장 많이 함유된 것으로 나타나 차이를 보였고, 포화지방산은 stearic acid가 21.72%로 가장 높게 나타났다.

4. 비타민

비파 분말의 부위별 비타민 A, E 및 C 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 비파 과육에서 비타민 A는 0.103 ± 0.012 mg%, 비타민 E는 0.054 ± 0.008 mg%, 비타민 C는 1.050 ± 0.045 mg%가 검출되었고, 비파 잎에서 비타민 A는 0.039 ± 0.007 mg%, 비타민 E는 0.096 ± 0.009 mg%, 비타민 C는 0.570 ± 0.031 mg%가 검출되었다. 비파 씨에서는 비타민 A는 0.093 ± 0.005 mg%, 비타민 E는 0.035 ± 0.006 mg%, 비타민 C는 3.52 ± 0.033 mg%가 검출되어 비파 과육, 잎 및 씨에서 모두 비타민 C 함량이 가장 높은 것으로 나타났다.

비타민 A, E 및 C는 항산화 비타민으로 알려져 있으며, 이들은 주로 활성 산소를 제거하여 세포의 산화적 스트레스(oxidative stress)를 완화시키는 기능을 담당한다(Packer 1991; Lee & Kim 2009). 특히 비타민 E는 혈액, 세포벽 및 세포내에서 지방질의 산화를 막는 강력한 항산화 영양소로 알려져 있다(Postaire et al. 1995; Lee & Kim 2009). Bae & Shim(1998)의 연구에서 비파의 과육, 잎 및 씨에서 비타민 C 함량이 각각 1.26, 0.68, 및 4.90 mg%로 나타나 본 연구 결과보다 많았다. 비파 잎은 헛개나무 잎의 133 mg%(Jeong et al. 2000)과 밤 잎의 12.5 mg%(Jeong et al. 2002)에 비하여 비타민 C의 함량이 적었다.

5. 무기질

비파 분말의 부위별 무기질 함량은 Table 5와 같다. 총 9종의 무기질 성분이 검출되었으며, 이 중 Ca 함량은 비파 잎에서 1892.60 ± 21.33 mg%로 가장 높게 검출되었고, K 함량은 비파 씨에서 1519.20 ± 10.55 mg%, Mg 함량도 비파 씨에서 1038.22 ± 10.10 mg%로 가장 높게 검출되었다. 다음으로 Na, Fe, Mn, Zn 순이었고, Cu의 함량은 비파 잎과 비파 씨에서 미량 함유된 것으로 나타났다. Bae & Shim(1998)의 연구에서 비파의 과육, 잎, 씨의 무기질 함량 중 Ca 함량은 각각 541, 2458, 588 ppm, K 함량은 661, 1480, 1528 ppm, Na 함량은 86.6, 95.7, 107.3 ppm 순으로 높게 검출 된 것으로 조사되었다. 또한 비파의 주요 구성 무기질이 Ca과 K으로 본 실험과 유사하게 나타났다. 항산화 무기질로 알려진 Fe, Mn, Zn 및 Cu 등은 종류에 따라 항산화계에 미치는 작용기전은 차이가 있는 것으로 알려져 있다(Rotruck et al. 1993). 또한 Fe는 경우 H_2O_2를 제거하여 catalase의 구성성분으로 작용하여 체내에서 항산화 작용을 나타내지만 과량 섭취할 경우 철이나 구

Table 4. Vitamin A, E, and C content in loquat powder in different aerial components

(mg%)

Vitamin	Flesh	Leaf	Seed
A	0.103 ± 0.012[1),a,2)]	0.039 ± 0.007[b]	0.093 ± 0.005[a]
E	0.054 ± 0.008[b]	0.096 ± 0.009[a]	0.035 ± 0.006[b]
C	1.050 ± 0.045[b]	0.570 ± 0.031[c]	3.520 ± 0.033[a]

[1)]All values are expressed as the mean ± SE of triplicate determinations.

[2)]Values with different superscripts in the same row indicate significant differences at $p<0.05$ between groups based on Tukey's test.

리 등의 천이금속 이온이 과산화수소와 반응하여 hydroxy radical을 생성하는 반응(Fenton 반응)을 촉진하는 pro-oxidant로 작용하는 양면성을 가지고 있다(Gutteridge 1995). Mn은 Mn-SOD의 구성성분으로서 free radical을 제거하는데 관여하며 결핍 시 미토콘드리아내의 지질과산화물이 증가한다고 보고되었다(Borrello et al. 1992). Cu는 SOD 효소의 보조인자이며 헤모글로빈 생성에 필수영양소이지만 과량 섭취 시 Fe와 마찬가지로 pro-oxidant로 작용하게 된다(Van Campen 1969). Cu와 Zn은 체내에서 metallothionein에 대해 서로 경쟁적인 관계에 있으며, 상호 길항작용으로 체내에서 항상성을 유지하는 것으로 알려져 있다(Chung et al. 1991). 비파의 성분 중에 이러한 항산화 무기질이 함유되어 있어 인체의 생리기능에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다.

6. 유기산

비파 분말의 부위별 유기산 함량은 Table 6과 같다. 총 5종의 유기산이 검출되었으며, 비파 과육, 잎, 씨에서 각각 oxalic acid 함량이 32.54 ± 1.15, 982.40 ± 12.58, 13.25 ± 0.20 mg%, succinic acid 함량이 0.96 ± 0.02, 0.93 ± 0.15, 0.14 ± 0.03 mg%, citric acid 함량은 5.01 ± 0.17, 11.08 ± 0.77, 24.30 ± 0.49 mg% maleic acid 195.40 ± 6.13, 45.56 ± 1.21, 1.22 ± 0.14 mg%가 검출되었다. 그리고 fumaric acid는 비파 과육에서는 검출되지 않았고, 비파 잎과 비파 씨에서 각각 0.95 ± 0.16, 0.13 ± 0.01 mg%이 검출되었다. Bae & Shim(1998)의 연구에 의하면 비파의 과육, 잎,

Table 5. Mineral content in loquat powder in different aerial components

(mg%)

Mineral	Flesh	Leaf	Seed
Ca	490.25 ± 11.04[1),b,2)]	1,892.60 ± 21.33[a]	551.71 ± 9.54[c]
Fe	7.13 ± 0.18[c]	27.67 ± 1.89[a]	19.67 ± 1.30[b]
K	658.45 ± 13.47[c]	1,244.90 ± 11.34[b]	1,519.20 ± 10.55[a]
Mg	281.30 ± 8.02[b]	150.10 ± 3.78[c]	1,038.22 ± 10.10[a]
Mn	5.42 ± 0.41[b]	20.32 ± 1.37[a]	8.37 ± 0.93[b]
Cu	–	–	5.35 ± 0.75
Na	49.52 ± 2.87[b]	56.59 ± 3.41[a]	58.40 ± 1.12[a]
Zn	2.30 ± 0.33[b]	4.08 ± 0.19[a]	1.95 ± 0.19[b]
P	2,035.00 ± 28.09[b]	1,015.00 ± 19.31[c]	4,026.00 ± 38.21[a]

[1)]All values are expressed as the mean ± SE of triplicate determinations.

[2)]Values with different superscripts in the same row indicate significant differences at $p<0.05$ between groups based on Tukey's test.

Table 6. Organic acid content in loquat powder in different aerial components

(mg%)

Organic acid	Flesh	Leaf	Seed
Succinic acid	0.96 ± 0.02[1),a,2)]	0.93 ± 0.15[a]	0.14 ± 0.03[b]
Maleic acid	195.40 ± 6.13[a]	46.56 ± 1.21[b]	1.22 ± 0.14[c]
Citric acid	5.01 ± 0.17[c]	11.08 ± 0.77[b]	24.30 ± 0.49[a]
Oxalic acid	32.54 ± 1.15[b]	982.40 ± 12.58[a]	13.25 ± 0.20[c]
Fumaric acid	ND[3)]	0.95 ± 0.16[a]	0.13 ± 0.01[b]

[1)]All values are expressed as the mean ± SE of triplicate determinations.

[2)]Values with different superscripts in the same row indicate significant differences at $p<0.05$ between groups based on Tukey's test.

[3)]ND: Not detected.

Table 7. Free-sugar content in loquat powder in different aerial components

(mg%)

Free sugar	Flesh	Leaf	Seed
Rhamnose	ND[1)]	3,391.84 ± 19.84	3,122.05 ± 22.08
Maltose	ND	663.27 ± 8.90	ND
Glucose	78.83 ± 2.71[2),c,3)]	651.65 ± 7.66[a]	137.45 ± 3.47[b]
Sucrose	1021.40 ± 13.08[a]	785.40 ± 9.31[b]	151.39 ± 2.90[c]
Fructose	3064.21 ± 23.01[a]	1,638.41 ± 12.93[b]	1,325.64 ± 10.92[b]

[1)]ND: Not detected.

[2)]All values are expressed as the mean ± SE of triplicate determinations.

[3)]Values with different superscripts in the same row indicate significant differences at $p<0.05$ between groups based on Tukey's test.

씨에서 각각 oxalic acid는 29.62, 1693.70, 11.30 mg%, malic acid는 201.70, 47.81, 0.54 mg%, citric acid는 4.52, 10.63, 25.70 mg%가 검출되었다. 또한 Park et al.(1994)의 비파 잎의 유기산 조성에 대한 연구에서는 fumaric acid, citric acid, malic acid, maleic acid, oxalic acid, succinic acid 순으로 총 6종 검출되어 잎의 수확시기에 따라 유기산의 조성에 차이를 보이는 것으로 사료된다.

7. 구성당

비파 분말의 부위별 구성당 함량은 Table 7과 같다. 총 7종을 분석 하였으며 4종의 당이 검출되었고, 이중 fructose가 과육에서 3064.21 ± 23.01 mg%로 가장 많이 검출되었으며, 잎에서는 rhamnose가 3391.84 ± 19.84 mg%로, 씨에서는 sucrose가 3122.05 ± 13.08 mg%로 가장 많이 검출되었다. Maltose는 비파 과육에서는 미량 검출되었고, 비파 잎에서 663.27 ± 8.90 mg%, glucose는 비파 과육, 잎 및 씨에서 각각 78.83 ± 2.71, 651.65 ± 7.66, 137.45 ± 3.47 mg%가 검출되었다. Cho et al.(1991)의 연구에서 비파의 완숙과와 미숙과의 구성당을 분석한 결과 완숙과에서 fructose, glucose, sucrose 함량이 미숙과에 비하여 2배 이상 증가한 것으로 나타났다. Bae & Shim (1998)의 연구에 의하면 비파의 과육, 잎, 씨의 유리당은 총 6종의 당이 검출되었고, xylose와 fructose가 미량 검출된 것으로 나타났으며, Bae et al.(1998)의 보고에서 비파 잎의 유리당 함량은 fructose, glucose 및 xylose 등의 순으로 높게 나타났다고 하여 본 실험에 사용 된 비파의 당 성분과 유사한 것으로 나타났다.

Ⅳ. 요약 및 결론

비파 과육, 잎 및 씨 부위별 분말의 이화학적 성분을 분석한 결과는 건량 기준(dry basis)으로 비파 과육에서 탄수화물이 가장 높게 나타났고, 비파 잎에서는 조단백질, 조지방, 조회분, 식이섬유소가 가장 높은 것으로 나타났다. 유리아미노산은 총 10종이 검출되었으며, 그 중 비파 잎에서 glutamic acid, proline 순으로 높게 나타났고, 비파 씨에서 phosphoserine이 가장 높게 나타났다. 비파 분말의 과육, 씨 및 잎의 경우 모두 지방산 중 포화지방산인 stearic acid가 가장 높게 검출되었고, 불포화지방산은 비파 씨에서 oleic acid가 가장 높게 검출되었다. 비타민 C 함량은 비파 씨에서 가장 많이 검출되었으며, 비타민 A와 E는 소량 검출되었다. 무기질 함량은 총 9종이 검출되었으며, 이 중 Ca 함량은 비파 잎에서, K과 Mg 함량은 비파 씨에서 가장 높게 검출되었다. 유기산은 총 3종이 검출되었으며, oxalic acid 함량은 비파 잎에서, maleic acid는 비파 과육에서, citric acid는 비파 씨에서 가장 높게 나타났다. 구성당은 총 4종이 검출되었으며, 이 중 과육에 fructose와 잎에 rhamnose 함량이 가장 높게 검출되었다.

References

A.O.A.C(1995) Official methods of analysis(16th Edition). Association of official analytical chemists, Washington DC.

Bae YI, Seo KI, Park SK, Shim KH(1998) Loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf tea processing and its physicochemical properties. Korean J Postharvest Sci Technol 5(3), 262-269

Bae YI, Shim KH(1998) Nutrition components in different parts of Korean loquat(*Eriobotrya japonica* Lindl.). J Korean Soc Food Sci Nutr 5(1), 57-63

Borrello S, De Leo ME, Galeotti T(1992) Transcriptional regulation of Mn-SOD by manganese in the liver of manganese-deficient mice and during rat development. Biochem Int 28(4), 595-601

Cho JS(1989) Food material science. Seoul: Moonyundang, p171

Cho YS, Park SK, Lee HY(1991) Composition of free sugars, organic acids, and free amino acids in loquat flesh. J Korean Soc Food Nutr 20(1), 89-93

Choi YA, Rhew TH, Park KY, Chung HY, Hah JC(1992) Effects of ursolic acid isolated from *Eriobotrya japonica* on c-myc and c-ha-ras oncogene expression at sarcoma 180 cell. J Korean Soc Food Nutr 21(3), 314-318

Chung YD, Hong SI, Na HB, Shim YH(1991) The study on concentration of serum copper and zinc in stomach cancer patients. Korean J Nutr 24(6), 516-525

Gancedo M, Luh BS(1986) HPLC analysis of organic acid in Waters. PICO. TAG system. Seoul: Young-in Scientific Co. Ltd., pp41-46

Gutteridge JM(1985) Inhibition of the fenton reaction by the protein caeruloplasmin and other copper complexes. Assessment of ferroxidase and radical scavenging activities. Chem Biol Int 56(1), 113-120

Jeong CH, Bae YI, Shim KH(2000) Physicochemical properties of *Hovenia dulcis* Thunb. leaf tea. Korean J Postharvest Sci Technol 7(1), 117-123

Jeong CH, Bae YI, Shim KH(2002) Chemical components, antioxidative and antimicrobial activities of chestnut(*Castanea crenata*) leaves. Korean J Food Preserv 9(2), 234-239

Jung HA, Park JC, Chung HY, Kim J, Choi JS(1999) Antioxidant flavonoids and chlorogenic acid from the leaves of *Eriobotrya japonica*. Arch Pharm Res 22(2), 213-218

Jung KM, Kang GH, Kwon MK, Song IK, Cho DH, Chou YD(2004) Chemical components and antioxidant activity of persimmon. Korean J Food Preserv 11(2), 175-181

Korea Food and Drug Association(2005) Food standards codex. Korean Foods Industry Association. Seoul, Korea, pp367-368, pp383-385

Lee BY, Park EM, Kim EJ, Choi HD, Kim IH, Hwang JB(1996) Analysis of chemical components of Korean loquat(*Eriobotrya japonica* Lindl) fruit. Korean J Food Sci Technol 28(3), 428-432

Lee CB(1982) Korean pictorial book of plants. Seoul: Hyangmoonsa, pp684-687

Lee KI, Kim SM(2009) Antioxidative and antimicrobial activities of *Eriobotrya japonica* Lindl. leaf extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(3), 267-273

Lee MH, Son YK, Han YN(2004) Tissue factor inhibitory sesquiterpene glycoside from *Eriobotry japonica*. Arch Pharm Res 27(6), 619-623

Namba T(1994) The encycolopedia of Wakan-Yaku(*Traditional Sinojapanese* Medicines)with color pictures. Osaka: Hoikusa, pp80-82

Nazato N, Matsumoto K, Uemitsu N(1994) Triterpenes from leaves of *Eriobotrya japonica*. Nat Med 48(3), 336-339

Packer(1991) Protective role of vitamin E in biological systems. Am J Clin Nutr 53(4), 1050S-1055S

Park SK, Kim JK, Kim JH, Moon KD, Oh SL(1994) Study on the characteristic of physicochemical quality of oolong herbs tea by extraction conditions. Korean J Dietary Culture 9(4), 411-417

Postaire E, Renault C, Simonet L, Rousset G, Bejot M(1995) Increase of singlet oxygen protection of erythrocyte by vitamin E, Vitamin C, and beta carotene intakes. Biochem Mol Biol Int 35(2), 371-374

Rotruck JT, Pope AL, Ganther HE(1973) Selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase. Sci 179(4073), 588-590

Shimizu M, Fukumura H, Tsuji H, Tanaami S, Hayashi T, Morita N(1986) Anti-inflammatory constituents and anti-inflammatory effect of *Eriobotrya japonica* Lindl. Chem Pharm Bull 34(6), 2614-2617

Shimizu M, Uemitsu N, Shirota M, Matsumato K, Tezuka Y(1996) A new triterpene ester from *Eriobotrya japonica*. Chem Pharm Bull 44(11), 2191-2182

Taniguchi S, Imayoshi Y, Kobayashi E, Takamatsu Y, Ito H, Hatano T, Sakagami H, Tokuda H, Nishino H, Sugita D, Shimura S, Yoshida T(2002) Production of bioactive triterpenes by *Eriobotrya japonica* calli Phytochem 59(3), 315-323

Van Campen DR(1969) Copper interference with the intestinal absorption of zinc-65 by rats. J Nutr 97(1), 104-108

Whang TE, Lim HO, Lee JW(1996) Anticancer effect of *Eriobotrya japonica* Lindl. by specificity test with several cancer cell line. Korean J Medicinal Crop Sci 4(4), 314-320

Wungaarden DV(1967) Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. Anal Chem 39(7), 848-850

Yook CS(1989) Coloured medicinal plants of Korea. Seoul: Academic Publishing Co., pp261-265