

건조온도에 따른 비파 잎의 생리활성 변화

엄효진 · 김선민 · 표병식 · 이경인*

동신대학교 한약재산업학과

Changes of Physiological Activity by Drying Temperature in Leaf of *Eriobotrya japonica*

Hyo-Jin Eom, Sun-Min Kim, Byoung-Sik Pyo and Kyoung-In Lee*

Dept. of Oriental Medicine Materials, Dongshin University, Naju, Jeonnam, 520-714, Korea

Abstract – In DPPH radical and nitric oxide scavenging ability, the extract of lowest temperature condition(40-15H ; 15 hours at 40°C for drying) exhibited highest activity. The total phenolic and flavonoid contents of each extracts were found to be 120.4~193.3 mg/g and 86.91~94.55 mg/g respectively. It is shown that 40-15H was the highest content in each compound. In antimicrobial activity, a lower drying temperature conditions were found to be more strong activities in disc diffusion assay and each extracts showed MIC of identical level against every tested microbial strains. However 100-2H(2 hours at 100°C for drying) was exhibited MIC of slightly low level against some strains. And every extract showed fine cell viabilities(101.7~122.9%) against RAW 264.7 cell. In anti-proliferation activity against AGS, each extract showed a similar inhibition activity. However in anti-proliferation activity against HeLa, a lower drying temperature conditions showed more strong activities.

Key words – *Eriobotrya japonica*, antioxidative, antimicrobial, cytotoxicity, drying temperature.

비파(*Eriobotrya japonica* Lindl.)나무는 장미과(Rosaceae)의 상록소교목으로서 겨울철에 개화하여 이듬해 6월에 수확하는 과실수이다. 중국이 원산지로 최대 생산국이며, 일본이나 스페인, 브라질, 인도 등에서도 재배되고 있다. 또한 최근에는 국내에서도 남해안 지역을 중심으로 재배가 증가하고 있는 추세에 있다. 한방 관련 의서나 민간요법에서는 비파가 진해, 거담, 구토, 토혈 등에 효과가 있으며, 호흡진정과 갈증해소에도 효능이 뛰어난 것으로 전하고 있다. 특히 비파 잎은 청폐(淸肺), 지해(止咳), 화위(和胃), 지구(止嘔), 소담(消痰), 해서독(解暑毒) 등의 효능이 있는 것으로 알려져 있다.¹⁻³⁾

일본과 중국 등의 최근 연구에 따르면 비파 종자 추출물이 활성 산소종(reactive oxygen species; ROS)을 제거하거나 산화적 스트레스를 억제하며,^{4,5)} LDL oxidation을 방지하는 효과가 있음이 확인되었다.⁶⁾ 비파 잎에서는 항당뇨 효과와 항염증 및 항암효과를 나타내는 물질의 존재를 확인하기도 하였다.^{7,8)} 국내에서는 비파 과실의 성분분석이나 비파 부위별 용매추출물의 항산화 및 항균활성에 관한 연구,⁹⁻¹³⁾ 비

파 잎의 특정성분을 이용한 peroxynitrite 소거능에 대한 연구, nitrite 소거능 및 항돌연변이 효과에 관한 연구 등이 진행되었다.^{14,15)}

비파 잎은 연중 언제나 수확이 가능한 특성을 가지고 있으며, ursolic acid나 oleanolic acid, amygdalin과 같은 생리활성 성분이 함유되어 있어서 새로운 기능성 소재로의 개발 잠재성이 높은 생약재임으로 비파의 기능성에 대한 다양한 연구가 필요한 실정이다. 저자들의 선행연구에서 비파 잎의 생리활성이 건조를 실시한 것보다 건조하지 않은 생잎의 추출물에서 더 우수한 것으로 확인하였다.¹⁶⁾ 그러나 생약재의 경우 유통이나 가공, 저장 등을 위해 대부분 건조의 과정을 거치게 되어 있어 실제 활용에 있어 효과적인 건조조건의 탐색이 필요하게 된다. 열풍건조는 생약재의 건조에 있어서 가장 많이 사용되는 방법으로 다양한 건조방법 중에 비교적 경제적인 방법으로 평가되고 있지만 건조시간을 줄이는 등의 목적으로 필요 이상의 높은 온도를 사용하는 경우 변색 등으로 인한 물리적, 관능적인 품질저하 뿐만 아니라 생약재가 가지고 있는 다양한 생리활성 물질의 변화를 초래하여 결과적으로 약효를 떨어뜨리게 되는 경우가 발생하게 된다.

*교신저자 (E-mail): kilee@bic.re.kr
(Tel): 82-61-336-3118

따라서 본 연구에서는 비파 잎을 다른 온도 조건으로 열풍 건조한 것을 재료로 하여 항산화활성과 항균활성, 암세포 증식저해 및 세포독성에 미치는 건조 온도의 영향에 대하여 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료 - 본 실험에 사용된 비파 잎은 2008년 7월 전남 농업기술원 과수연구시험장에서 채취한 것을 4°C 이하로 냉장보관하면서 사용하였다.

균주 및 세포주 - 항균활성 실험에 사용된 미생물 균주 중 MRSA(methicillin resistance *Staphylococcus aureus*, CCARM3696)는 서울여자대학교 항생제 내성균주은행에서 분양받았으며, *Bacillus cereus*(KCTC1012), *Staphylococcus aureus*(KCTC3881), *Vibrio vulnificus* (KCTC2959), *Staphylococcus epidermidis*(KCTC1917)와 세포독성 실험에 사용된 동물세포주인 RAW 264.7은 한국생명공학연구원 생물자원센터(BRC)에서 분양 받은 것을 실험에 사용하였다. 또한 암세포 증식저해 측정에 사용된 AGS(human gastric adenocarcinoma, CRL-1739)와 HeLa(Uteri cervix cancer cell)는 한국세포주은행(KCLB)에서 분양받은 것을 사용하였다.

시료의 조제 - 비파의 신선한 잎을 수세하여 물기를 제거한 뒤 40-60-80-100°C의 네 가지 온도 조건에서 수분 함량이 5% 이하가 되도록 dry oven에서 건조하였다. 이때 건조에 소비된 시간은 각각 15-5-3-2시간이었으며, 상압가열 건조법으로 측정된 수분 함량은 각각 4.24-3.13-3.21-2.86%로 나타났다. 각 건조 온도별 시료는 40-15H, 60-5H, 80-3H, 100-2H 등 건조에 소비된 시간과 병행하여 표기하였다. 건조가 완료된 시료는 80% 에탄올을 추출용매로 하여 90°C에서 2시간동안 2회 반복하여 환류추출을 실시하였으며, 추출액은 여과 후 감압농축과 동결건조의 과정을 거쳐 분말화한 것을 -20°C로 냉동보관하면서 실험에 사용하였다.

총 페놀성 화합물 함량 측정 - Folin-Denis 법을 이용하여 각 추출물의 total phenolic compound 함량을 측정하였다.¹⁷⁾ 1 mg/ml 농도로 methanol에 용해시킨 시료액 80 μ l와 Folin-Denis reagent 80 μ l를 혼합하여 3분간 반응시킨 뒤, 10% Na₂CO₃를 80 μ l를 혼합하여 암실에서 60분간 반응시킨 후 상등액 120 μ l를 취하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 tannic acid를 이용하여 검량선을 작성하고 phenolic compound 함량을 mg/g으로 나타내었다.

총 플라보노이드 함량 측정 - 페놀성 화합물중 특히 여러 가지 기능성을 나타내는 것으로 알려진 flavonoid 함량을 알아보기 위해 Lee 등의 방법을 변형하여 다음과 같이 측정하였다.¹⁸⁾ 1 mg/ml 농도로 methanol에 용해시킨 시료액 10 μ l와 1 N-NaOH 10 μ l, diethyleneglycol 200 μ l를 혼합하

여 37°C에서 1시간 동안 반응시킨 후 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 rutin을 이용하여 검량선을 작성하고 total flavonoid 함량을 mg/g으로 나타내었다.

DPPH radical 소거능 측정 - 건조온도별 비파 잎 추출물의 항산화활성을 비교하기 위해 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH)을 사용하여 radical 소거능을 측정하였다.¹⁹⁾ 각 추출물을 methanol에 0.1~20 mg/ml의 다양한 농도로 용해시킨 시료액 10 μ l와 300 μ M로 용해시킨 DPPH 용액 190 μ l를 혼합하여 15분간 암실에서 반응시킨 후 microplate reader (BIO-TEK, USA)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도를 바탕으로 50%의 DPPH radical을 소거하는데 필요한 농도(SC₅₀)를 계산하였다. 대조군으로 ascorbic acid (vitamin C)를 사용하였다.

Nitric oxide 소거능 측정 - Nitric oxide 소거능은 Marcocci 등의 방법을 변형하여 다음과 같이 측정하였다.²⁰⁾ 10 mM sodium nitroferri-cyanide(III) dihydrate 50 μ l와 증류수에 일정농도로 용해시킨 시료액 30 μ l를 혼합한 후 25°C에서 150분 동안 반응시켰다. 1% sulfanilamide(in 30% acetic acid) 60 μ l를 혼합하고 5분 후 다시 0.1% N-(naphthyl)ethylenediamine dihydrochloride(in 60% acetic acid) 60 μ l를 혼합하여 30분간 실온에서 반응시킨 후 microplate reader(BIO-TEK, USA)를 사용하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조군으로 ascorbic acid(vitamin C)를 사용하였으며, 시료액 대신 증류수를 사용한 대조군의 결과를 기준으로 소거능을 계산하였다.

Disc diffusion assay에 의한 항균활성 측정 - 각 추출물의 항균활성은 각 균주를 대상으로 disc diffusion assay로 측정하였다.²¹⁾ 항균시험용 평판배지는 계대 배양된 각 균주를 멸균 면봉을 이용하여 200 μ l씩 도말하여 준비하였고, 시료를 disc당 5 mg이 되도록 paper disc(8 mm)에 천천히 흡수시킨 뒤 건조과정을 거쳐 용매를 휘발시킨 후 평판배지 위에 밀착시킨 상태로 37°C에서 24시간 배양한 후 disc 주변에 생성된 저해환(clear zone, mm)을 측정하여 항균활성을 비교하였다.

최소저해농도(MIC)의 측정 - 각각의 유해 균주에 대한 최소저해농도(minimum inhibitory concentration)의 측정은 broth micro dilution assay를 이용하였다. 10⁵CFU/ml 농도의 균액을 96well plate에 분주하고 최종시료농도가 0.5, 1.0, 2.5, 5 mg/ml가 되도록 하여 30~37°C에서 24시간동안 배양하였다. 배양 후 600 nm 파장에서 흡광도를 측정하여 시료를 포함하지 않은 배양액의 흡광도를 기준으로 30% 이상 저해한 농도를 MIC로 결정하였다.

MTT assay에 의한 세포생존율 측정 - 건조온도별 비파 잎 추출물의 정상세포 및 암세포에 대한 세포독성 정도를 확인하기 위해 MTT assay를 이용한 세포생존율을 측정하였다.²²⁾ 96 well plate에 RAW 264.7과 AGS 세포주는

1×10^4 cells/well, HeLa는 1×10^3 cells/well 농도로 100 μ l씩 분주하여 24시간 동안 37°C, 5% CO₂ 조건으로 incubator에서 배양한 후 0.5~10.0 mg/ml 농도의 각 추출물을 10 μ l씩 처리하여 다시 24시간 동안 배양하였다. MTT시약을 10 μ l를 가하여 다시 4시간 동안 반응시킨 후 well 바닥에 형성된 formazan이 흡어지지 않게 상등액을 제거하고 DMSO를 100 μ l 가하여 30분 방치한 뒤 microplate reader(BIO-TEK, USA)를 사용하여 540 nm에서 흡광도를 측정하였다. 추출물을 넣지 않은 대조군의 흡광도를 100%로 하여 상대적 세포생존율을 구하였다.

통계처리 - 모든 측정값은 평균값 \pm 표준편차(mean \pm SD)로 표시하였고, 각 실험군 간의 통계학적 분석은 windows용 SPSS 12.0을 이용하였다. 각 군 간의 측정치 비교는 one-way analysis of variance(ANOVA)를 시행하였으며, 유의성은 신뢰구간 $p < 0.05$ 에서 의미를 부여하였다.

결과 및 고찰

총 페놀성 화합물 및 플라보노이드 함량 - 건조온도에 따른 비파잎의 항산화 및 기타의 활성 변화와 연관성 탐색을 위해 총 페놀성 화합물과 플라보노이드 함량을 측정하여 각각 Table I과 II에 나타내었다. 건조온도별 비파잎 추출물의 총 페놀성 화합물의 함량은 40-15 H에서 193.8 \pm 14.52 mg/g으로 가장 높게 나타났으며, 매 20°C의 건조온도 상승에 따라 11.35~17.36%의 감소를 보임으로써 건조온도가 페놀성 화합물의 함량에 높은 영향을 줄 수 있었다. 그러나 플라보노이드 함량에서는 건조온도에 따라 다소간의 함량변화를 보이기는 했지만 통계적으로 유의한 수준은 아닌 것으로 나타났으며, 결과적으로 플라보노이드 이외의 페놀성 화합물 함량변화에 건조온도가 영향을 미침을 알 수 있었다. 페놀성 화합물은 식물의 대표적인 2차 대사산물로 hydroxy기를 가지는 방향족 화합물로서 다양한 생리활성에 관여하는 것으로 알려져 있으며, 특히 항산화 활성은 페놀성 화합물의 종류나 함량이 미치는 영향이 큰 것으로 알려져 있다.²³⁻²⁵⁾ 한편, 플라보노이드는 전형적인 페놀성 화합물로서 C₆-C₃-C₆의 기본구조를 가지며, flavonoid의 polyphenolic한 성질은 superoxide, hydroxy radical과 같은 세포손상을 초래하는 free radical을 없애주는 항산화 활성을 나타낸다.²⁶⁾

DPPH radical 소거능 및 nitric oxide 소거능 - 건조온도별 비파잎 추출물의 항산화활성을 비교하기 위해 실시한 DPPH radical 소거능은 각종 생약재의 항산화활성을 측정 및 비교하는 보편적인 방법으로,^{27,28)} 본 실험에서는 원래의 radical을 50% 소거하는데 필요한 시료의 농도인 SC₅₀를 구하여 Table III에 나타내었다. 그리고 퇴행성 질환의 중요한 요인으로 작용하고 superoxide 음이온과 쉽게 반응하여 반

Table I. Total phenolic compound content in dried leaf extract of *E. japonica*

Sample conditions	Total phenolic contents (mg/g)	Fluctuation range (%)
40-15H	193.8 \pm 14.52 ^{a1)}	11.35 ∇
60-5H	171.8 \pm 10.23 ^b	15.19 ∇
80-3H	145.7 \pm 15.87 ^c	17.36 ∇
100-2H	120.4 \pm 14.00 ^d	

¹⁾Values are mean \pm SD (n=5). Different superscript letters in the same column show significant differences at $p < 0.05$ by one-way ANOVA.

Table II. Total flavonoid content in dried leaf extract of *E. japonica*

Sample conditions	Total flavonoid contents (mg/g)	Fluctuation range (%)
40-15H	94.6 \pm 6.70 ^{a1)}	5.07 ∇
60-5H	89.8 \pm 7.40 ^a	3.23 ∇
80-3H	86.9 \pm 16.31 ^a	1.73 \triangle
100-2H	88.4 \pm 11.14 ^a	

¹⁾values are mean \pm SD (n=5). Different superscript letters in the same column show significant differences at $p < 0.05$ by one-way ANOVA.

Table III. Antioxidant ability of dried leaf extract from *E. japonica* by DPPH radical scavenging test

Sample conditions	SC ₅₀ (mg/ml)	Relative ability (%)	Fluctuation range (%)
40-15H	0.97 \pm 0.08 ^{a1)}	18.56	21.1 ∇
60-5H	1.23 \pm 0.06 ^b	14.63	28.4 ∇
80-3H	1.72 \pm 0.03 ^c	10.47	24.9 ∇
100-2H	2.29 \pm 0.08 ^d	7.86	
VC ²⁾	0.18 \pm 0.01	100.00	

¹⁾Values are mean \pm SD (n=5). Different superscript letters in the same column show significant differences at $p < 0.05$ by one-way ANOVA.

²⁾VC : ascorbic acid(vitamin C, positive control).

응성이 매우 높고 독성이 강한 peroxynitrite(ONOO⁻)를 생성하는 nitric oxide(NO)를 소거할 수 있는 능력을 측정하여

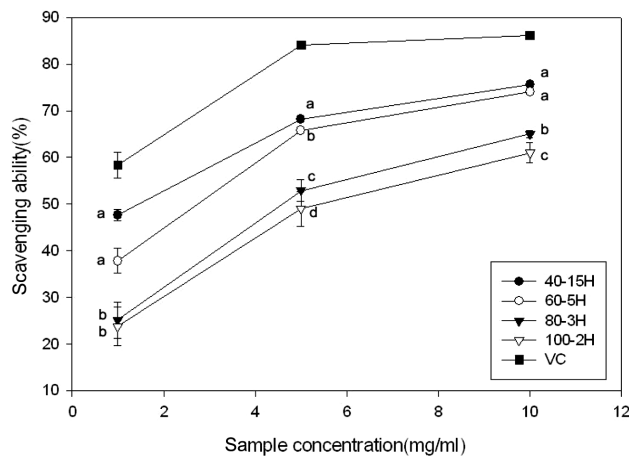


Fig. 1. Nitric oxide scavenging ability of dried leaf extract from *E. japonica*. Values are mean±SD (n=3). Different superscript letters in the same concentration show significant differences at $p<0.05$ by one-way ANOVA. VC, ascorbic acid(vitamin C).

Fig. 1에 나타내었다. 건조온도별 비파잎 추출물의 DPPH radical 소거능에서 대조군인 ascorbic acid(vitamin C)에 비해 각각 7.86~18.56%의 상대적인 SC_{50} 을 보였다. 건조온도와의 연관성이 유의성 있게 나타나 매 20°C의 건조온도 증가에 따라 21.2~24.9%의 소거능 저하를 나타냈다. 이는 Table I의 총 페놀성 화합물 함량과 유사한 양상의 변화로 총 페놀성 화합물 함량이 항산화활성의 변화에 직접적으로 영향을 주는 요인이라는 판단을 할 수 있었다.²⁹⁾ Nitric oxide 소거능에서도 DPPH radical 소거능에서의 결과와 마찬가지로 낮은 건조온도 조건인 40-15 H와 60-5 H의 소거능이 상대적으로 높은 건조온도 조건인 80-3 H와 100-2 H와 확실한 차이가 존재함을 알 수 있었다.

항균활성 - 건조온도별 비파 잎의 기본적인 항균력의 차이를 확인하기 위해 5종의 병원성 미생물을 대상으로 disc diffusion assay를 실시하여 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 실험에 사용된 모든 균주에서 비파잎 추출물의 항균활성이 확인되었으며, 특히 *Staphylococcus aureus*와 *Bacillus cereus*

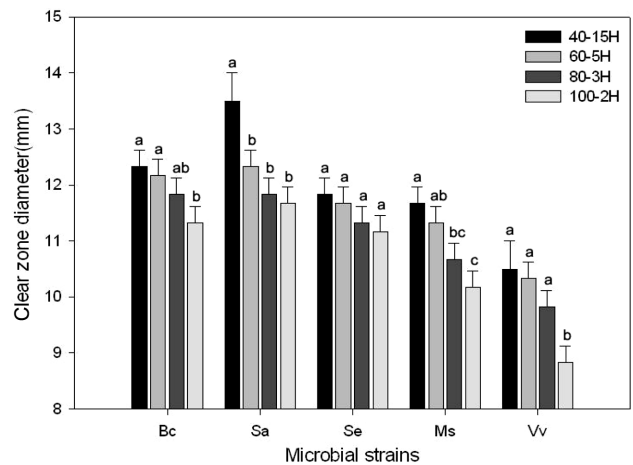


Fig. 2. Antimicrobial activity of dried leaf extract from *E. japonica* by disc diffusion assay. Diameter of clear zone including disc diameter of 8mm and sample concentration is 5mg/disc. Bc ; *Bacillus cereus*, Sa ; *Staphylococcus aureus*, Se ; *Staphylococcus epidermidis*, Ms ; methicillin resistance *Staphylococcus aureus*, Vv ; *Vibrio vulnificus*. Values are mean±SD (n=3). Different superscript letters in the same color of bar(same strain) show significant differences at $p<0.05$ by one-way ANOVA.

에 대해 상대적으로 높은 항균활성을 가지는 것으로 나타났다. 건조온도 증가에 따라 모든 시험 균주에서 예외없이 항균활성이 감소하는 것으로 나타났다. 다만 *Staphylococcus epidermidis*의 경우 통계적으로 유의한 감소는 아닌 것으로 나타났다. 또한 비파잎 추출물의 유해균주에 대한 최소저해농도(Minimum inhibitory concentration, MIC)를 측정된 결과인 Table IV에서 보는 바와 같이 가장 높은 건조온도 조건인 100-2H에서 다른 조건의 시료에서보다 높은 농도의 MIC가 나타남으로써 높은 건조 온도가 항균활성의 저하에 영향을 미치는 요인임을 확인할 수 있었다.

MTT assay에 의한 세포생존율 - 비파 잎 추출물의 세포 독성을 확인하기 위해 대식세포주(macrophage)인 RAW 264.7을 대상으로 실시한 MTT assay의 결과를 Table V에 나타내었다. 실험이 실시된 모든 농도 및 모든 건조온도 조건에

Table IV. Minimum inhibitory concentration of dried leaf extract from *E. japonica*

Sample conditions	Minimum inhibitory concentration (mg/ml)				
	<i>S. aureus</i>	<i>S. epidermidis</i>	<i>B. cereus</i>	<i>V. vulnificus</i>	MRSA
40-15H	0.5 ¹⁾	0.5	0.5	0.5	2.5
60-5H	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5
80-3H	0.5	0.5	0.5	0.5	2.5
100-2H	0.1	0.5	0.5	1.0	2.5

¹⁾Values are minimum concentrations showed growth inhibition more than 30% in every plates(n=3).

Table V. RAW 264.7 cell viability of dried leaf extract from *E. japonica* by MTT assay

Sample conditions	RAW 264.7 cell viability (%)			
	0.5 mg/ml	1.0 mg/ml	5.0 mg/ml	10.0 mg/ml
40-15H	101.7±1.79 ¹⁾	105.0±2.18	109.3±1.98	105.1±3.75
60-5H	102.4±6.12	108.6±2.02	111.1±3.50	122.9±8.45
80-3H	107.0±5.25	108.4±6.40	104.8±5.78	108.8±4.10
100-2H	105.6±4.77	108.1±1.55	113.8±4.89	120.9±2.59

¹⁾Values are mean±SD(n=3).

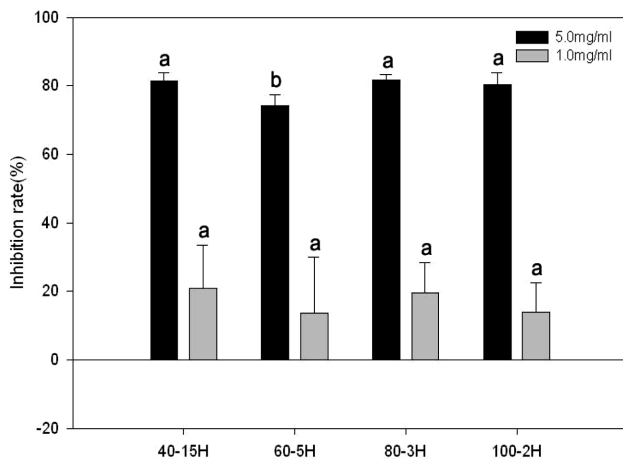


Fig. 3. Anti-proliferation activity of dried leaf extract from *E. japonica* against AGS by MTT assay. Values are mean±SD (n=5). Different superscript letters in the same concentration show significant differences at $p < 0.05$ by one-way ANOVA.

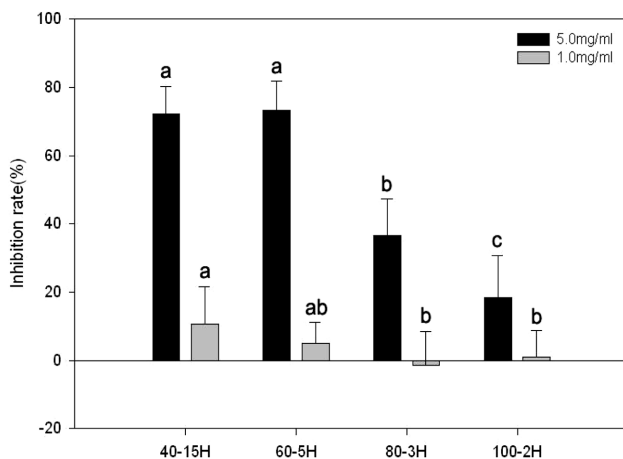


Fig. 4. Anti-proliferation activity of dried leaf extract from *E. japonica* against HeLa by MTT assay. Values are mean±SD (n=5). Different superscript letters in the same concentration show significant differences at $p < 0.05$ by one-way ANOVA.

서 100% 이상의 세포생존율을 보였는데, RAW 264.7과 같은 정상세포에 대한 비파 잎 추출물의 세포독성은 안전한

수준임을 알 수 있었다. 반면 Fig. 3과 4에서 보는 바와 같이 위암세포주인 AGS와 자궁경부암세포주인 HeLa에 대해서는 일정 수준 이상의 암세포 저해 효과를 가지는 것으로 나타났다. 위암세포(AGS)에 대해서는 5 mg/ml 농도 처리군에서 74.1~81.7%, 1 mg/ml 농도 처리군에서 13.6~21.0%의 증식 저해율로 모든 건조온도 조건에서 유사한 증식 저해율을 보였으나 60-5H조건의 추출물에서 다소 낮은 저해율을 보였다. 자궁경부암세포(HeLa)는 건조온도의 영향이 보다 명확하게 나타났는데, 5 mg/ml 농도 처리군의 낮은 건조온도 조건인 40-15H와 60-5H에서는 72.2~73.4%의 증식 저해율을 보였으나 80-3H와 100-2H에서는 각각 36.7%, 18.3%로 현저히 낮아짐을 확인할 수 있었다.

결론

생약재의 이용에 있어서 필수적으로 거쳐야하는 단계인 건조에서 중요한 변수로 알려져 있는 건조온도에 따른 비파 잎의 생리활성 변화를 확인하고자 서로 다른 온도 조건으로 건조를 실시한 비파 잎 에탄올 추출물을 대상으로 항산화, 항균 및 암세포 증식 저해율 등을 비교하였다. 생리활성을 나타낼 수 있는 총페놀성 화합물과 플라보노이드 함량 측정에서 플라보노이드의 경우 건조온도에 따른 유의적인 함량차이를 나타내지 않았으나 총 페놀성 화합물은 건조온도가 낮을수록 높은 함량을 나타냈다. 항산화활성의 정도를 평가할 수 있는 DPPH radical과 nitric oxide 소거능에서도 가장 낮은 건조온도 조건인 40-15 H의 추출물이 높은 활성을 보였으며, 항균활성에서도 건조온도가 높아짐에 따라 항균활성이 감소됨을 확인할 수 있었다. 정상세포에 대한 세포독성은 모든 조건의 추출물이 유사한 수준으로 독성이 없음을 볼 수 있었으며, 암세포주에 대한 저해활성에서는 주목할 만한 수준의 증식 저해 활성이 있음과 동시에 암세포주에 따라서는 건조온도가 증식 저해율 변화에 유의한 영향인자임을 알 수 있었다. 이상의 결과로 볼 때 비파 잎을 건조시키기 위해 열풍건조의 방법을 사용할 경우 온도를 60°C 이하로 관리하는 것이 생리활성물질의 보존에 유리할 것으로 판단된다.

인용문헌

1. 한방약리학 교재편찬위원회 (2005) 한방약리학, 290-292, 도서출판 신일상사, 서울.
2. 정보집, 신민교 (2003) 圖解 鄉藥(生藥)大事典, 610-612, 영림사, 서울.
3. Park, M. Y. (2006) Germplasm evaluation and breeding of *Eriobotrya japonica* Lindl. Ph.D. Thesis in Department of Horticulture Graduate School Chonnam National University, 4-6.
4. Hamada, A., Yoshioka, S., Takuma, D., Yokota, J., Cui, T., Kusunose, M., Miyamura, M., Kyotani, S. and Nishioka, Y. (2004) The effect of *Eriobotrya japonica* seed extract on oxidative stress in adriamycin-induced nephropathy in rats. *Biol. Pharm. Bull.* **27**: 1961-1964.
5. Yokota, J., Takuma, D., Hamada, A., Onogawa, M., Yoshioka, S., Kusunose, M., Miyamura, M., Kyotani, S. and Nishioka, Y. (2006) Scavenging of reactive oxygen species by *Eriobotrya japonica* seed extract. *Biol. Pharm. Bull.* **29**: 467-471.
6. Koba, K., Matsuoka, A., Osada, K. and Huang, Y. S. (2007) Effect of loquat(*Eriobotrya japonica*) extracts on LDL oxidation. *Food Chemistry*. **104**: 308-316.
7. Chen, J., Li, W. L., Wu, J. L., Ren, B. R. and Zhang, H. Q. (2008) Hypoglycemic effects of a sesquiterpene glycoside isolated from leaves of loquat(*Eriobotrya japonica*(Thunb.) Lindl.). *Phytomedicine*. **15**: 98-102.
8. Banno, N., Akihisa, T., Tokuda, H., Yasukawa, K., Taguchi, Y., Akazawa, H., Ukiya, M., Kimura, Y., Suzuki, T. and Nishino, H. (2005) Anti-inflammatory and antitumor-promoting effect of the triterpene acid from the leaves of *Eriobotrya japonica*. *Biol. Pharm. Bull.* **28**: 1995-1999.
9. Cho, Y. S., Park, S. K. and Lee, H. Y. (1991) Composition of free sugars, organic acids and free amino acids in loquat flesh. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **20**: 89-93.
10. Lee, B. Y., Park, E. M., Kim, E. J., Choi, H. D., Kim, I. H. and Hwang, J. B. (1996) Analysis of chemical components of korean loquat(*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruit. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**: 428-432.
11. Bae, Y. I. and Shim, K. H. (1998) Nutrition components in different parts of korean loquat(*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* **5**: 57-63.
12. Bae, Y. I., Chung, Y. C. and Shim, K. H. (2002) Antimicrobial and antioxidant activities of various solvent extract from different parts of loquat(*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Korean J. Food Preserv.* **9**: 97-101.
13. Bae, Y. I., Jeong, C. H. and Shim, K. H. (2005) Antioxidative and antimicrobial activity of epicatechin isolated from leaves of loquat(*Eriobotrya japonica*). *J. Food Sci. Nutr.* **10**: 118-121.
14. Soung, D. Y., Kim, J. S., Chung, H. Y., Jung, H. A., Park, J. C. and Choi, J. S. (1999) Flavonoids and chlorogenic acid from *Eriobotrya japonica* scavenge peroxynitrite. *Natural Product Sciences*. **5**: 80-84.
15. Bae, Y. I., Jeong, C. H. and Shim, K. H. (2002) Nitrite-scavenging and antimutagenic effects of various solvent extract from different parts of loquat(*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Korean J. Food Preserv.* **9**: 92-96.
16. Lee, K. I. and Kim, S. M. (2009) Antioxidative and antimicrobial activities of *Eriobotrya japonica* Lindl. leaf extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **38**: 267-273.
17. Amerine, M. A. and Ough, C. S. (1980) Method for analysis of musts and wine, 176-180, Wiley & Sons, Chichester.
18. Lee, Y. C., Hwang, K. H. and Han, D. H. (1997) Composition of *Opuntia ficusindia*. *Korean J. Food Sci. Technol.* **29**: 847-853.
19. Ku, K. M., Kim, K. U., Lee, S.C. and Kang, Y. H. (2006) Screening of cancer preventive activities from medicinal plants. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **14**: 590-591.
20. Marcocci, L., Maguire, J. J., Droy-Lefaix, M. T. and Packer, L. (1994) The nitric oxide-scavenging properties of *Ginkgo biloba* extract EGb 761. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **201**: 748-755.
21. Collins, C. H., Lyne, P. M. and Grange, J. M. (1995) Collins and Lyne's microbiological methods, 178-205, Butterworth-Heinemann Ltd., Oxford.
22. Shin, K. M., Park, Y. M., Kim, I. T., Hong, S. P., Hong, J. P. and Lee, K. T. (2003) *In vitro* antiinflammatory activity of amygdalin in murine macrophage Raw264.7 cells. *Kor. J. Pharmacogn.* **34**: 223-227.
23. Liu, R. H. (2004) Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention : mechanism of action. *J. Nutr.* 3479S-3485S.
24. Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A. and Remesy, C. (2005) Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* **81**: 230S-242S.
25. Ryu, S. W., Jin, C. W., Lee, H. S., Lee, J. Y., Sapkota, K., Lee, B. G., Yu, C. Y., Lee, M. K., Kim, M. J. and Cho, D. H. (2006) Changes in total polyphenol, total flavonoid contents and antioxidant activities of *Hibiscus cannabinus* L. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **14**: 307-310.
26. Dewick, P. M. (2002) Medicinal natural products, 149-151, Wiley & Sons, Chichester.
27. Jo, H. W. and Park, J. C. (2008) Phenolic compounds isolated from the leaves of *Angelica keiskei* showing DPPH radical scavenging effect. *Kor. J. Pharmacogn.* **39**: 146-149.
28. Yin, Y., Heo, S. I., Jung, M. J. and Wang, M. H. (2009) Antioxidant and antidiabetic effects of various sections of *Astragalus membranaceus*. *Kor. J. Pharmacogn.* **40**: 1-5.
29. Chon, S. U. (2008) Antioxidant activity and cytotoxicity of methanol extracts from aerial parts of several edible weed species. *Kor. J. Weed Sci.* **28**(2): 171-180.

(2009년 7월 16일 접수)